

## KISI-KISI SOAL HOTS

Jenjang Pendidikan : SMA  
 Kelas : XI  
 Bentuk Soal : Pilihan ganda beralasan tertutup

Mata Pelajaran : Fisika  
 Semester : Genap  
 Bentuk Penilaian : Tertulis

Kompetensi Dasar : 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika

No	Ruang lingkup materi	Indikator	Aspek HOTS	Sub-aspek HOTS	Kompetensi Kognitif HOTS	Nomor soal A	Nomor soal B
1.	Hukum ke-0 Termodinamika	- Mendefinisikan konsep kesetimbangan kalor melalui Hukum ke-0 Termodinamika - Menganalisis Perubahan keadaan gas ideal.	Menganalisis (C4)	Membedakan	Membedakan suhu awal dan suhu akhir pada proses isobarik	1	3
				Memberikan ciri khusus	Menentukan usaha oleh gas karena perubahan tekanan	2	5
			Mengevaluasi (C5)	Mengecek	Memilih faktor-faktor yang berkaitan dengan proses termodinamika	3	7
				Menilai	Menilai besar usaha yang dilakukan pada sistem dengan dua proses yang berbeda	4	9
			Mencipta (C6)	Merencanakan	Merencanakan besar volume yang diperlukan untuk menghasilkan suatu usaha yang diinginkan	5	11
2.	Hukum I Termodinamika	- Menjelaskan Hukum I Termodinamika yang merupakan prinsip kekekalan energi dalam sistem	Menganalisis (C4)	Membedakan	Membedakan usaha oleh gas jika suhu berbeda	6	13
				Memberikan ciri khusus	Menentukan perubahan energi dalam	7	15
			Mengevaluasi (C5)	Mengecek	Memilih usaha yang paling besar pada proses adiabatik	8	17
				Menilai	Menilai volume dan tekanan akhir gas agar sistem isothermal	9	19
			Mencipta (C6)	Merencanakan	Merencanakan kerja negatif pada	10	1

		termodinamika. - Menganalisis kasus khusus pada Hukum I Termodinamika			sistem		
3.	Hukum II Termodinamika	Menganalisis cara kerja mesin kalor dan mesin pendingin dengan Hukum II Termodinamika.	Menganalisis (C4)	Membedakan	Membedakan usaha terbesar dan terkecil yang dilakukan sistem pada mesin kalor	11	20
				Memberikan ciri khusus	Menentukan koefisien performa dari efisiensi mesin kalor	12	18
			Mengevaluasi (C5)	Mengecek	Mengecek waktu yang diperlukan untuk pembekuan	13	16
				Menilai	Menilai perubahan entropi pada es yang melebur	14	14
			Mencipta (C6)	Merencanakan	Mendesain sebuah mesin pendingin dengan efisiensi tertentu	15	12
4.	Siklus Carnot	Menerapkan Hukum I dan II Termodinamika pada siklus Carnot.	Menganalisis (C4)	Mengurutkan	Mengurutkan efisiensi mesin dari yang terkecil ke terbesar	16	10
				Memberikan ciri khusus	Menentukan suhu pada reservoir dingin berdasarkan daya yang dihasilkan	17	8
			Mengevaluasi (C5)	Mengecek	Mengecek suhu reservoir tinggi jika reservoir rendah diketahui	18	6
				Menilai	Menilai spesifikasi efisiensi sebuah mesin	19	4
			Mencipta (C6)	Memunculkan ide	Mendesain suhu terendah suatu ruangan	20	2

**TES PENGUKURAN SOAL HOTS**  
**MATERI TERMODINAMIKA**  
**Waktu 60 menit**

**Petunjuk pengerjaan soal**

1. Pilihlah *option* (pilihan jawaban) yang menurut Anda benar.
2. Setiap soal terdiri dari pertanyaan dan alasan masing-masing terdiri atas 5 (lima) *option*.
3. Beri tanda silang huruf di depan option (A, B, C, D, E) yang anda pilih pada jawaban.

~~A~~    B    C    D    E

4. Jika anda ingin mengganti jawaban (pembatalan jawaban) dapat dilakukan dengan cara menambahkan tanda = pada jawaban tersebut.

~~A~~    B    ~~C~~    D    E

**Soal Materi Termodinamika**

1. Pada suatu eksperimen, terdapat lima tabung yang mengalami proses isobarik. Terjadi penyusutan volume gas pada masing-masing tabung. Perubahan volume ditunjukkan pada tabel berikut,

Tabung	Volume awal ( $V_1$ )	Volume akhir ( $V_2$ )
1	V	$\frac{1}{5} V$
2	V	$\frac{1}{8} V$
3	2V	$\frac{1}{2} V$
4	2V	$\frac{1}{4} V$
5	2V	$\frac{1}{5} V$

Berdasarkan data tersebut, maka perbandingan suhu  $T_1:T_2$  terbesar dan terkecil ada pada tabung ke ....

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 1
- D. 4 dan 2
- E. 5 dan 3

**Alasan:**

- A. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas sama dengan suhunya
- B. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya
- D. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih besar dari suhunya
- E. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih kecil dari suhunya

2. Suhu suatu gas dalam sebuah ruangan tertutup mula-mula adalah  $77^{\circ}\text{C}$ . Jika tekanan akhir pada ruangan tertutup tersebut 5 kali lebih besar dari tekanan semula, maka suhu akhir gas tersebut sebesar ....
- A.  $35^{\circ}\text{C}$
  - B.  $77^{\circ}\text{C}$
  - C.  $160^{\circ}\text{C}$
  - D.  $273^{\circ}\text{C}$
  - E.  $385^{\circ}\text{C}$

**Alasan:**

- A. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya
- B. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Pada volume tetap, tekanan gas sama dengan dengan suhunya
- D. Pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya
- E. Pada volume tetap, tekanan gas lebih kecil dari suhunya

3. Perhatikan pernyataan berikut,
- (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik.
  - (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobaric.
  - (3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.
  - (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.
- Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika adalah....
- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 4
  - C. 1 dan 2
  - D. 2, 3, dan 4
  - E. 3 dan 4

**Alasan:**

- A. Usaha hanya bisa dilakukan oleh sistem
- B. Usaha tidak bisa dilakukan oleh lingkungan
- C. Usaha sebanding dengan suhu
- D. Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
- E. Usaha maksimal ketika proses isokhorik

4. Gas dengan suhu, tekanan, dan volume tertentu ditekan sehingga volumenya menjadi setengah dari volumenya semula. Pernyataan berikut yang benar adalah ....
- A. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - B. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara adiabatik
  - C. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabetic lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - D. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabetic lebih kecil daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - E. tekanan dan suhu juga berkurang menjadi setengahnya

**Alasan:**

- A. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif
- B. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif

- C. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai negatif
  - D. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor bernilai negative
  - E. Kerja tidak bisa dilakukan oleh lingkungan pada sistem
5. Sebanyak 1,5 mol gas dalam wadah mengalami pemuaiian isobarik pada tekanan  $2 \times 10^5$  Pa. Suhu awal gas 300 K dan suhu akhirnya 600 K. Jika usaha selama proses -3.600 J, maka besar volume awal dan akhir untuk mencapai usaha tersebut sebesar ....
- A. 0,003 m<sup>3</sup> dan 0,006 m<sup>3</sup>
  - B. 0,004 m<sup>3</sup> dan 0,009 m<sup>3</sup>
  - C. 0,013 m<sup>3</sup> dan 0,029 m<sup>3</sup>
  - D. 0,019 m<sup>3</sup> dan 0,037 m<sup>3</sup>
  - E. 0,021 m<sup>3</sup> dan 0,043 m<sup>3</sup>

**Alasan:**

- A. Perubahan volume berbanding lurus dengan tekanan
  - B. Perubahan volume berbanding terbalik dengan suhu
  - C. Perubahan volume berbanding terbalik dengan jumlah mol gas
  - D. Perubahan volume berbanding terbalik dengan konstanta gas umum
  - E. Perubahan volume berbanding lurus dengan usaha
6. Sebuah piston mengandung 0,05 mol gas ideal pada suhu 27°C. Tekanan gas sebesar  $10^5$  Pa. Proses selanjutnya, gas dipanaskan hingga suhunya mencapai 77°C dan volume piston bertambah pada tekanan konstan. Maka usaha yang telah dilakukan oleh gas sebesar ....
- A. 12,8 joule
  - B. 20,8 joule
  - C. 25,6 joule
  - D. 29,3 joule
  - E. 33,3 joule

**Alasan:**

- A. Usaha merupakan perkalian antara perubahan suhu dengan tekanan tetap
  - B. Usaha merupakan perkalian antara jumlah mol gas dengan suhu awal
  - C. Usaha merupakan perkalian antara perubahan suhu dengan perubahan volume
  - D. Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
  - E. Usaha merupakan selisih dari perubahan suhu dan volume
7. 10 mol gas helium disimpan dalam tabung tertutup, volume 2 liter (isokhorik) dengan tekanan  $1,2 \cdot 10^6$  Pa. Jika gas menyerap kalor sehingga tekanan menjadi  $2 \cdot 10^6$  Pa. maka besar perubahan energi dalamnya adalah ....
- A. 240 joule
  - B. 270 joule
  - C. 300 joule
  - D. 324 joule
  - E. 360 joule

**Alasan:**

- A. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan jumlah perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- B. Perubahan energi dalam berbanding terbalik dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal

- C. Perubahan energi dalam berbanding terbalik dengan jumlah perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- D. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan pembagian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- E. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal

8. 800 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik, mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut.

Adiabatik	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)
1	26	46
2	26	48
3	27	47
4	27	48
5	27	48

Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka usaha terbesar terjadi pada pengamatan ke

....

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

**Alasan:**

- A. Usaha berbanding terbalik dengan perubahan suhu
- B. Usaha sama dengan perubahan suhu
- C. Usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu
- D. Usaha dalam proses adiabatik selalu nol
- E. Usaha tidak dipengaruhi oleh suhu

9. Gas ideal sebanyak 0,24 mol berada dalam sebuah sistem yang dihubungkan dengan sebuah reservoir termal, agar sistem berada dalam suhu konstan 40°C. Jika diketahui volume awal sistem 4 liter dan usaha yang dilakukan 20 joule, maka kenaikan volume dan tekanan akhir gas adalah ....

- A.  $12,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,56 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- B.  $12,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  dan  $1,56 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- C.  $13,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,28 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- D.  $13,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  dan  $1,28 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- E.  $15,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,34 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

**Alasan:**

- A. Tekanan berbanding terbalik dengan suhu, dan perubahan volume berbanding terbalik dengan usaha
- B. Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha
- C. Tekanan berbanding terbalik dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha
- D. Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding terbalik dengan usaha
- E. Tekanan berbanding lurus dengan volume, dan suhu berbanding terbalik dengan usaha

10. Gas dalam sebuah ruangan tertutup mengalami proses isotermik yang menyebabkan volumenya mengalami pengembangan sebesar  $2.000 \text{ dm}^3$ . Jika suhu awal gas  $273 \text{ K}$  dan tekanan awalnya  $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ , maka kalor yang diterima atau dibuang sistem, agar kerja yang dilakukan lingkungan terhadap sistem bernilai negatif sebesar ....
- $6,123 \cdot 10^5 \text{ J}$
  - $7,014 \cdot 10^5 \text{ J}$
  - $8,034 \cdot 10^5 \text{ J}$
  - $9,541 \cdot 10^5 \text{ J}$
  - $10,374 \cdot 10^5 \text{ J}$

**Alasan:**

- Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem menerima kalor
  - Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem membuang kalor
  - Untuk mendapatkan kerja bernilai positif, maka sistem membuang kalor
  - Untuk mendapatkan kerja bernilai positif, maka sistem menerima kalor
  - Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka lingkungan menerima kalor
11. Lima buah mesin kalor beroperasi secara bersama-sama. Kalor yang diserap dari reservoir panas ( $Q_1$ ) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin ( $Q_2$ ) dari setiap mesin berbeda-beda. Perbedaan kalor tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut,

Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)
1	1.000	800
2	980	820
3	910	790
4	850	775
5	830	760

Berdasarkan data diatas, maka usaha terbesar dan terkecil dioperasikan oleh mesin kalor bernomor ....

- 1 dan 2
  - 1 dan 4
  - 1 dan 5
  - 2 dan 3
  - 2 dan 4
- Alasan:**
- Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - Usaha merupakan jumlah dari kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - Usaha merupakan pembagian antara kalor yang diserap dari reservoir panas dengan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - Usaha sama dengan jumlah kalor yang diserap dari reservoir panas
  - Usaha sama dengan jumlah kalor yang dibuang ke reservoir dingin
12. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi sebesar 20%. Jika arah proses dalam mesin tersebut dibalik sehingga menjadi pompa panas, maka koefisien performa pompa panas tersebut adalah ....
- 5,0
  - 1,25
  - 0,9

D. 0,8

E. 0,2

**Alasan:**

A. Koefisien performa berbanding lurus dengan efisiensi

B. Koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi

C. Koefisien performa dan efisiensi sama besar

D. Koefisien performa lebih besar dari efisiensi

E. Koefisien performa lebih kecil dari efisiensi

13. Kulkas dengan koefisien performa 5,0 digunakan untuk membekukan air, dengan daya masukan sebesar 500 W. Jumlah kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin sebesar  $2,08 \cdot 10^5$  joule. Waktu yang diperlukan untuk terjadinya proses pembekuan adalah ....

A. 67,8 sekon

B. 83,3 sekon

C. 91,6 sekon

D. 105,4 sekon

E. 121,9 sekon

**Alasan:**

A. Waktu pembekuan semakin cepat jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar

B. Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin kecil

C. Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar

D. Waktu pembekuan semakin lama jika daya semakin besar

E. Waktu pembekuan semakin lama jika koefisien performa semakin besar

14. Sebuah kubus es bermassa 60 gram dan bersuhu  $0^\circ\text{C}$  ditempatkan di dalam gelas. Setelah disimpan beberapa lama, setengah dari es tersebut mencair menjadi air bersuhu  $0^\circ\text{C}$ . perubahan entropi yang dialami es sebesar .... (diketahui kalor lebur es 80 kal/g)

A. 8,8 kal/K

B. 9,8 kal/K

C. 10,8 kal/K

D. 11,8 kal/K

E. 12,8 kal/K

**Alasan:**

A. Semakin besar perubahan suhu, semakin besar pula perubahan entropinya

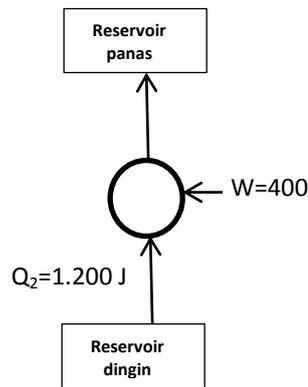
B. Semakin kecil perubahan suhu, semakin besar perubahan entropinya

C. Semakin kecil perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin besar perubahan entropinya

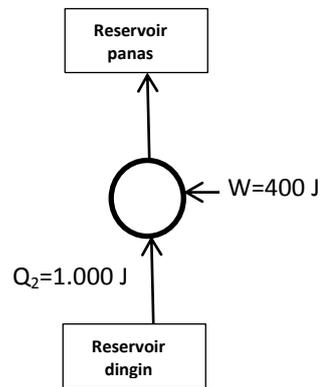
D. Semakin besar perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin kecil perubahan entropinya

E. Semakin besar perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin besar pula perubahan entropinya

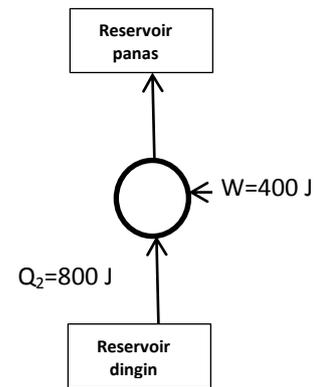
15. Suatu pabrik ingin membuat mesin pendingin dengan koefisien performa 2,5. Jika dituangkan dalam bentuk diagram proses, maka diagram yang sesuai adalah ....



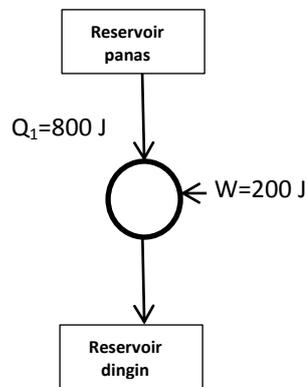
A



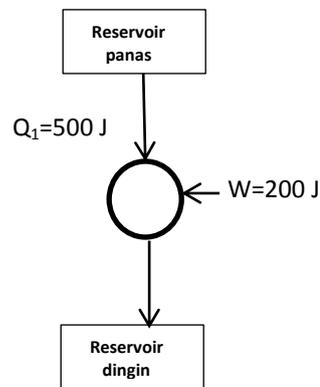
B



C



D



E

**Alasan:**

- A. Kalor yang disedot reservoir panas lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- B. Kalor yang disedot reservoir panas lebih besar dari kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- C. Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih besar dari kalor yang dibuang ke reservoir panas
- D. Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir panas
- E. Kalor yang disedot dan buang dari reservoir panas dan dingin sama besar

16. Sebuah mesin Carnot dilakukan uji coba, dengan suhu pada reservoir tinggi ( $T_1$ ) dan suhu pada reservoir rendah ( $T_2$ ) yang berbeda-beda. Suhu pada kedua reservoir seperti tabel di bawah ini.

Uji coba Carnot ke-	$T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	537	290
2	523	123
3	327	127
4	277	77

Berdasarkan data di atas, maka efisiensi terbesar dan terkecil diperoleh ketika uji coba ke ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 4
- D. 2 dan 1
- E. 2 dan 4

**Alasan:**

- A. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- B. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin
- C. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin
- D. Efisiensi mesin Carnot berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas
- E. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas

17. Suatu mesin Carnot menghasilkan daya 490 kW saat menyerap panas sebanyak 700 kJ per sekon dari reservoir panas. Jika suhu reservoir panas 1000 K, maka suhu reservoir dinginnya adalah ....

- A. 450 K
- B. 400 K
- C. 350 K
- D. 300 K
- E. 273 K

**Alasan:**

- A. Suhu berbanding terbalik dengan kalor
- B. Suhu berbanding lurus dengan kalor
- C. Daya berbanding terbalik dengan usaha
- D. Daya berbanding lurus dengan efisiensi
- E. Daya sama dengan kalor pada reservoir rendah

18. Efisiensi sebuah mesin Carnot adalah 60%. Jika reservoir bersuhu rendah memiliki suhu  $50^{\circ}\text{C}$ , maka suhu reservoir yang lain sebesar ....

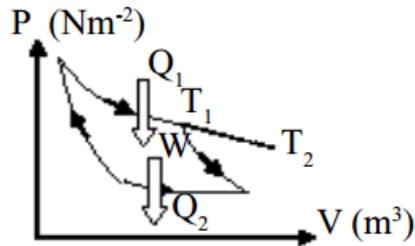
- A. 872,5 K
- B. 852,5 K
- C. 832,5 K
- D. 822,5 K

E. 812,5 K

**Alasan:**

- A. Suhu pada reservoir rendah sebanding dengan suhu pada reservoir tinggi
- B. Semakin besar efisiensi Carnot, maka kualitas mesin semakin menurun
- C. Efisiensi Carnot hanya bergantung pada suhu di reservoir rendah
- D. Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin besar
- E. Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin kecil

19. Perhatikan gambar siklus Carnot di bawah ini!



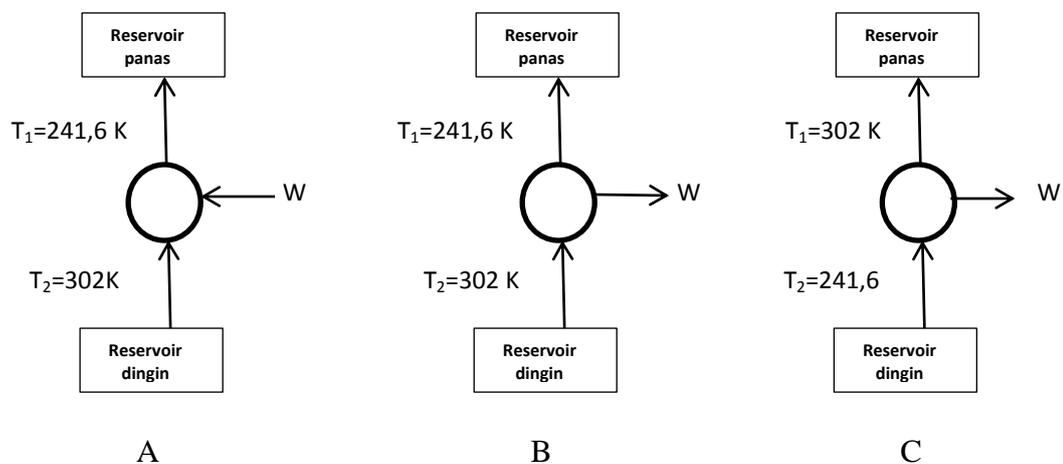
$T_1 = 900 \text{ K}$ ,  $T_2 = 720 \text{ K}$ , dan  $W = 4 \cdot 10^4 \text{ Joule}$ . Kalor yang dilepas  $Q_2$  sebesar ....

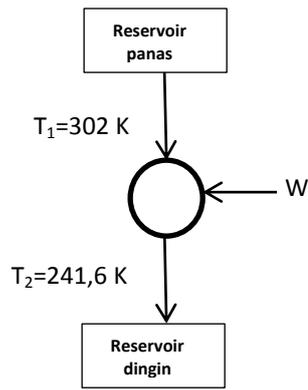
- A.  $0,2 \cdot 10^5 \text{ Joule}$
- B.  $0,4 \cdot 10^5 \text{ Joule}$
- C.  $0,8 \cdot 10^5 \text{ Joule}$
- D.  $1,2 \cdot 10^5 \text{ Joule}$
- E.  $1,6 \cdot 10^5 \text{ Joule}$

**Alasan:**

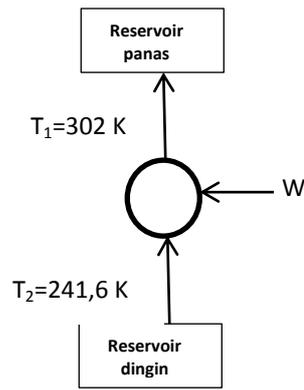
- A. Kalor yang dilepas adalah selisih antara kalor yang diserap dengan usaha
- B. Kalor yang dilepas adalah jumlah antara kalor yang diserap dan usaha
- C. Kalor yang dilepas lebih besar daripada kalor yang diserap
- D. Kalor yang dilepas berbanding terbalik dengan suhu
- E. Kalor yang dilepas tidak mempengaruhi efisiensi mesin

20. Pada sebuah restoran akan dipasang pendingin yang memiliki koefesien performa 5,0. Jika suhu ruangan di dapur  $29^\circ\text{C}$ , maka diagram alir suhu yang sesuai adalah ....





D



E

**Alasan:**

- A. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, dengan diberikan usaha dari luar
  - B. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, dan menghasilkan usaha
  - C. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, dengan diberikan usaha dari luar
  - D. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, tanpa ada diberikan usaha dari luar
  - E. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi, dan menghasilkan usaha
-

**PEDOMAN PENSKORAN  
TES PENGUKURAN SOAL HOTS  
MATERI TERMODINAMIKA**

**Petunjuk penskoran**

- A. Jumlah soal sebanyak 20 butir soal yang terdiri dari kemampuan menganalisis, mengevaluasi dan mencipta
- B. Skor pada rubrik penilaian berskala 1- 4 yang berarti
- 4 = pemahaman konsep kuat dan jawaban benar (Jawaban dan alasan benar)
- 3 = pemahaman konsep kuat dan jawaban salah (Jawaban salah dan alasan benar)
- 2 = pemahaman konsep lemah dan jawaban benar (Jawaban benar dan alasan salah)
- 1 = pemahaman konsep lemah dan jawaban salah (Jawaban salah dan alasan salah)
- C. Nilailah sesuai rubrik penilaian dan objektif

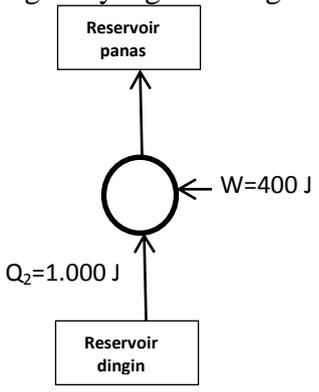
Soal A	Penyelesaian	Skor																								
1	<p><b>Jawaban : E</b></p> $\frac{V}{T} = \text{konstanta}$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tabung</th> <th style="text-align: center;">Volume awal (V<sub>1</sub>)</th> <th style="text-align: center;">Volume akhir (V<sub>2</sub>)</th> <th style="text-align: center;">T<sub>1</sub>:T<sub>2</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">V</td> <td style="text-align: center;">1/5 V</td> <td style="text-align: center;">5 : 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">V</td> <td style="text-align: center;">1/8 V</td> <td style="text-align: center;">8 : 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">2V</td> <td style="text-align: center;">1/2 V</td> <td style="text-align: center;">4 : 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">2V</td> <td style="text-align: center;">1/4 V</td> <td style="text-align: center;">8 : 1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">2V</td> <td style="text-align: center;">1/5 V</td> <td style="text-align: center;">10 : 1</td> </tr> </tbody> </table>	Tabung	Volume awal (V <sub>1</sub> )	Volume akhir (V <sub>2</sub> )	T <sub>1</sub> :T <sub>2</sub>	1	V	1/5 V	5 : 1	2	V	1/8 V	8 : 1	3	2V	1/2 V	4 : 1	4	2V	1/4 V	8 : 1	5	2V	1/5 V	10 : 1	4
	Tabung	Volume awal (V <sub>1</sub> )	Volume akhir (V <sub>2</sub> )	T <sub>1</sub> :T <sub>2</sub>																						
	1	V	1/5 V	5 : 1																						
	2	V	1/8 V	8 : 1																						
	3	2V	1/2 V	4 : 1																						
4	2V	1/4 V	8 : 1																							
5	2V	1/5 V	10 : 1																							
	<p><b>Alasan : C</b></p> <p>Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya.</p>																									
	<p>Jawaban : A, B, C, D</p> <p>Alasan : C</p>	3																								
	<p>Jawaban : E</p> <p>Alasan : A, B, D, E</p>	2																								
	<p>Jawaban : A, B, C, D</p> <p>Alasan : A, B, D, E</p>	1																								
2	<p><b>Jawaban : E</b></p> $\frac{p}{T} = \text{konstanta}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \longrightarrow \frac{p}{77^\circ\text{C}} = \frac{5p}{T_2} \longrightarrow T_2 = 385^\circ$	4																								
	<p><b>Alasan : A</b></p> <p>Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya</p>																									
	<p>Jawaban : A, B, C, D</p>	3																								

	Alasan : A	
	Jawaban : E Alasan : B, C, D, E	2
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : B, C, D, E	1
3	<b>Jawaban : C</b> Usaha yang dilakukan oleh gas dinyatakan dengan persamaan $W = p\Delta V$ Jika usaha dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem, maka usaha menjadi bernilai negatif. <b>Alasan : D</b> Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume dengan tekanan tetap	4
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : D	3
	Jawaban : C Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A, B, C, E	1
4	<b>Jawaban : D</b> Kasus ini, menunjukkan kerja dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem (gas). Sehingga $\Delta U = Q - W$ . Hal ini berpengaruh terhadap proses termodinamika, 1. Adiabatik, ( $Q = 0$ ) maka $\Delta U = -W$ 2. Isothermal, ( $\Delta U = 0$ ) maka $Q = W$ 3. Isobarik, $Q - \Delta U = W$ 4. Isokhorik, ( $W = 0$ ) maka $\Delta U = Q$ <b>Alasan : B</b> Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : B	3
	Jawaban : D Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, C, E	1
5	<b>Jawaban : D</b> Menentukan volume awal $V_1$ dengan persamaan $pV = nRT$ $V_1 = 0,019 \text{ m}^3$ Menentukan perubahan volume $\Delta V$ $W = -p\Delta V$ $\Delta V = 0,018 \text{ m}^3$ Menghitung volume akhir $V_2$ $V_2 = V_1 + \Delta V = 0,037 \text{ m}^3$ <b>Alasan : E</b> Perubahan volum berbanding lurus dengan usaha	4
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : E	3

	Jawaban : D Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : A, B, C, E	1
6	<b>Jawaban : B</b> Menentukan volume awal $V_1$ dengan persamaan $p_1V_1 = nRT_1 \longrightarrow V_1 = 124,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ Menentukan volume akhir $V_2$ dengan persamaan $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = 145,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ Menentukan usaha yang dilakukan oleh gas $W = p\Delta V = 20,8 \text{ joule}$ <b>Alasan : D</b> Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume dengan tekanan tetap	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : D	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, C, E	1
7	<b>Jawaban : A</b> $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ $\Delta U = \frac{3}{2}(nRT_{akhir} - nRT_{awal})$ $\Delta U = \frac{3}{2}(p_{akhir}V_{akhir} - p_{awal}V_{awal})$ $\Delta U = \frac{3}{2}(2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3})$ $\Delta U = 240 \text{ joule}$ <b>Alasan : E</b> Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : E	3
	Jawaban : A Alasan : A, B, C, D	2
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, B, C, D	1
8	<b>Jawaban : B</b> Pada adiabatic, $Q = 0$ , sehingga $\Delta U = W$ Dimana $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ (pada suhu rendah) <b>Alasan : C</b> Usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : C	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, D, E	2

	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, D, E	1																								
9	<b>Jawaban : A</b> Menentukan besar tekanan dengan persamaan $pV = nRT \longrightarrow p = 1,56 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ Menentukan kenaikan suhu dengan persamaan $W = p\Delta V \longrightarrow \Delta V = 12,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ <b>Alasan : B</b> Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha	4																								
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : B	3																								
	Jawaban : A Alasan : A, C, D, E	2																								
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, C, D, E	1																								
10	<b>Jawaban : C</b> $\Delta U = Q - W$ $\frac{3}{2}nRT = Q - P\Delta V$ $\frac{3}{2} \times 1 \times 8,315 \times 273 = Q - (4 \cdot 10^5 \times 2)$ $Q = 8,034 \cdot 10^5 \text{ joule}$ <b>Alasan : A</b> Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem menerima kalor	4																								
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A	3																								
	Jawaban : C Alasan : B, C, D, E	2																								
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : B, C, D, E	1																								
11	<b>Jawaban : C</b> $W = Q_1 - Q_2$ <table border="1" data-bbox="443 1489 1177 1724"> <thead> <tr> <th>Mesin Kalor</th> <th><math>Q_1</math> (Joule)</th> <th><math>Q_2</math> (Joule)</th> <th>W (Joule)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.000</td> <td>800</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>980</td> <td>820</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>910</td> <td>790</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>850</td> <td>775</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>830</td> <td>760</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <b>Alasan : A</b> Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin	Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)	W (Joule)	1	1.000	800	200	2	980	820	160	3	910	790	120	4	850	775	75	5	830	760	70	4
	Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)	W (Joule)																						
	1	1.000	800	200																						
2	980	820	160																							
3	910	790	120																							
4	850	775	75																							
5	830	760	70																							
Jawaban : A, B, D, E Alasan : A	3																									
Jawaban : C Alasan : B, C, D, E	2																									

	Jawaban : A, B, D, E Alasan : B, C, D, E	1
12	<b>Jawaban : A</b> Efisiensi $\varepsilon$ dimiliki oleh mesin kalor, sedang koefisien performa $K$ dimiliki oleh mesin pendingin. Keduanya memiliki proses yang berkebalikan, dinyatakan dengan persamaan $K = \frac{1}{\varepsilon}$ Sehingga diperoleh nilai $K = \frac{1}{0,2} = 5,0$ <b>Alasan : B</b> Koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : B	3
	Jawaban : A Alasan : A, C, D, E	2
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, C, D, E	1
13	<b>Jawaban : B</b> Menentukan usaha $K = \frac{Q_2}{W} \rightarrow W = 4,17 \cdot 10^4 \text{ joule}$ Menentukan waktu pembekuan $P = \frac{W}{t} \rightarrow t = 83,3 \text{ sekon}$ <b>Alasan : C</b> Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : C	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, D, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, D, E	1
14	<b>Jawaban : A</b> Kalor untuk meleburkan es $Q = m L = 2.400 \text{ kal}$ Perubahan entropi $\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{2.400}{273} = 8,8 \text{ kal/K}$ <b>Alasan : E</b> Semakin besar kalor untuk meleburkan es, makin besar perubahan entropinya	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : E	3
	Jawaban : A Alasan : A, B, C, D	2
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, B, C, D	1
15	<b>Jawaban : B</b> Berdasarkan arah aliran kalor, dan memenuhi efisiensi 40%, maka	4

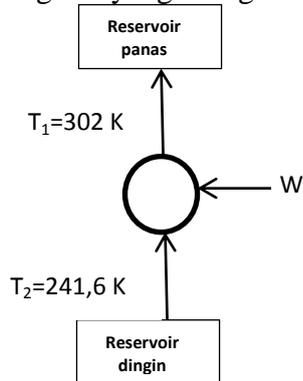
	<p>diagram yang memungkinkan seperti berikut</p>  <p><b>Alasan : D</b> Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir panas</p>																					
	<p>Jawaban : A, C, D, E Alasan : D</p>	3																				
	<p>Jawaban : B Alasan : A, B, C, E</p>	2																				
	<p>Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, C, E</p>	1																				
16	<p><b>Jawaban : D</b></p> $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$ <table border="1" data-bbox="411 1171 1145 1368"> <thead> <tr> <th>Uji coba Carnot ke-</th> <th>T<sub>1</sub> (°C)</th> <th>T<sub>2</sub> (°C)</th> <th>ε</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>537</td> <td>290</td> <td>30,49 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>523</td> <td>123</td> <td>50,25 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>327</td> <td>127</td> <td>33,33 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>277</td> <td>77</td> <td>36,36 %</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Alasan : E</b> Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas</p>	Uji coba Carnot ke-	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	ε	1	537	290	30,49 %	2	523	123	50,25 %	3	327	127	33,33 %	4	277	77	36,36 %	4
Uji coba Carnot ke-	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	ε																			
1	537	290	30,49 %																			
2	523	123	50,25 %																			
3	327	127	33,33 %																			
4	277	77	36,36 %																			
	<p>Jawaban : A, B, C, E Alasan : D</p>	3																				
	<p>Jawaban : E Alasan : A, B, C, D</p>	2																				
	<p>Jawaban : A, B, C, E Alasan : A, B, C, D</p>	1																				
17	<p><b>Jawaban : D</b> Menentukan kalor yang dibuang ke reservoir rendah</p> $P = \frac{W}{t} = \frac{Q_1 - Q_2}{t}$ $490000 = \frac{700000 - Q_2}{1}$ $Q_2 = 210000 \text{ Joule}$	4																				

	Menentukan suhu pada reservoir rendah $Q \sim T$ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $T_2 = 300 \text{ K}$ <p><b>Alasan : B</b> Suhu berbanding lurus dengan kalor</p>	
	Jawaban : A, B, C, E Alasan : B	3
	Jawaban : D Alasan : A, C, D, E	2
	Jawaban : A, B, C, E Alasan : A, C, D, E	1
18	<b>Jawaban : C</b> $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$ $0,6 = \frac{T_1 - 333}{T_1}$ $T_1 = 832,5 \text{ K}$ <p><b>Alasan : D</b> Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin besar</p>	4
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : D	3
	Jawaban : C Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A, B, C, E	1
19	<b>Jawaban : E</b> Menentukan efisiensi mesin $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \longrightarrow \varepsilon = 20\%$ Menentukan kalor yang diserap ( $Q_1$ ) $\varepsilon = \frac{W}{Q_1} \longrightarrow Q_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Joule}$ Menentukan kalor yang dilepas ( $Q_2$ ) $W = Q_1 - Q_2 \longrightarrow Q_2 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Joule}$ <p><b>Alasan : A</b> Kalor yang dilepas adalah selisih antara kalor yang diserap dengan usaha</p>	4
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : A	3
	Jawaban : E Alasan : B, C, D, E	2
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : B, C, D, E	1
20	<b>Jawaban : E</b> Menentukan efisiensi $K = \frac{1}{\varepsilon} \longrightarrow \varepsilon = 0,2$	4

Menentukan suhu pada reservoir rendah

$$\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \rightarrow T_2 = 241,6 \text{ K}$$

Diagram yang mungkin



**Alasan : C**

Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, dengan diberikan usaha dari luar

Jawaban : A, B, C, D

Alasan : C

3

Jawaban : E

Alasan : A, B, D, E

2

Jawaban : A, B, C, D

Alasan : A, B, D, E

1

**TES PENGUKURAN SOAL HOTS**  
**MATERI TERMODINAMIKA**  
**Waktu 60 menit**

---

**Petunjuk pengerjaan soal**

5. Pilihlah *option* (pilihan jawaban) yang menurut Anda benar.
6. Setiap soal terdiri dari pertanyaan dan alasan masing-masing terdiri atas 5 (lima) *option*.
7. Beri tanda silang huruf di depan option (A, B, C, D, E) yang anda pilih pada jawaban.

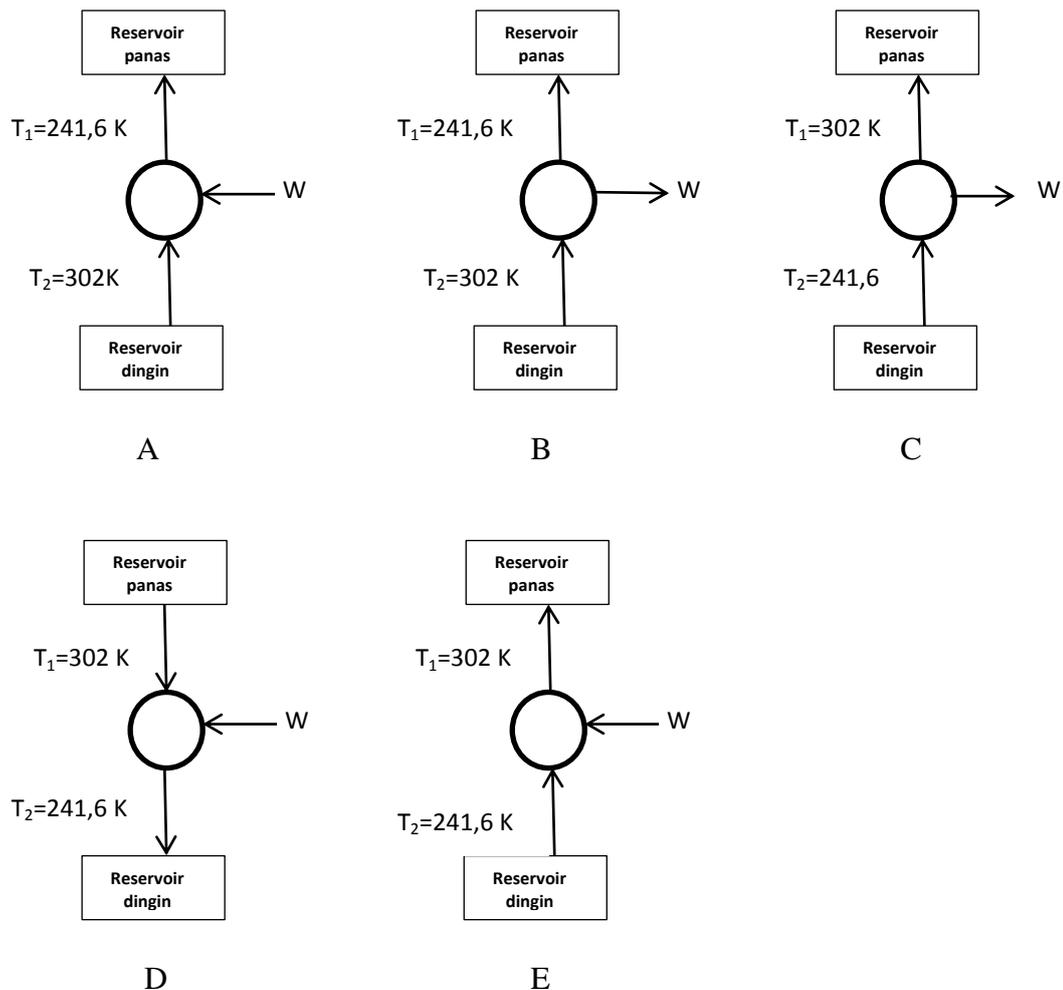
~~A~~    B    C    D    E

8. Jika anda ingin mengganti jawaban (pembatalan jawaban) dapat dilakukan dengan cara menambahkan tanda = pada jawaban tersebut.

~~A~~    B    ~~C~~    D    E

**Soal Materi Termodinamika**

1. Gas dalam sebuah ruangan tertutup mengalami proses isotermik yang menyebabkan volumenya mengalami pengembangan sebesar  $5.000 \text{ dm}^3$ . Jika suhu awal gas  $303 \text{ K}$  dan tekanan awalnya  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ , maka kalor yang diterima atau dibuang sistem, agar kerja yang dilakukan lingkungan terhadap sistem bernilai negatif sebesar ....  
A.  $10,123 \cdot 10^5 \text{ J}$   
B.  $13,014 \cdot 10^5 \text{ J}$   
C.  $15,038 \cdot 10^5 \text{ J}$   
D.  $16,541 \cdot 10^5 \text{ J}$   
E.  $17,374 \cdot 10^5 \text{ J}$   
**Alasan:**  
A. Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem menerima kalor  
B. Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem membuang kalor  
C. Untuk mendapatkan kerja bernilai positif, maka sistem membuang kalor  
D. Untuk mendapatkan kerja bernilai positif, maka sistem menerima kalor  
E. Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka lingkungan menerima kalor
2. Pada sebuah restoran akan dipasang pendingin yang memiliki koefisien performa 5,0. Jika suhu ruangan di dapur  $29^\circ\text{C}$ , maka diagram alir suhu yang sesuai adalah ....



**Alasan:**

- A. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, dengan diberikan usaha dari luar
  - B. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu tinggi ke reservoir bersuhu rendah, dan menghasilkan usaha
  - C. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, dengan diberikan usaha dari luar
  - D. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, tanpa ada diberikan usaha dari luar
  - E. Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir bersuhu tinggi, dan menghasilkan usaha
3. Pada suatu eksperimen, terdapat lima tabung yang mengalami proses isobarik. Terjadi penyusutan volume gas pada masing-masing tabung. Perubahan volume ditunjukkan pada tabel berikut,

Tabung	Volume awal ( $V_1$ )	Volume akhir ( $V_2$ )
1	$V$	$1/5 V$
2	$V$	$1/8 V$
3	$2V$	$1/2 V$
4	$2V$	$1/4 V$
5	$2V$	$1/5 V$

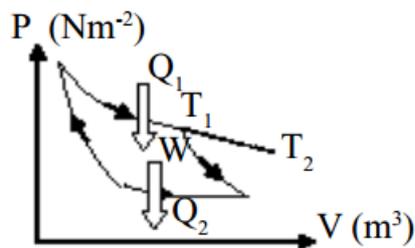
Berdasarkan data tersebut, maka perbandingan suhu  $T_1:T_2$  terkecil dan terbesar ada pada tabung ke ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 3 dan 5

**Alasan:**

- A. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas sama dengan suhunya
- B. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya
- D. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih besar dari suhunya
- E. Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas lebih kecil dari suhunya

4. Perhatikan gambar siklus Carnot di bawah ini!



$T_1 = 1.000 \text{ K}$  ,  $T_2 = 750 \text{ K}$  , dan  $W = 5.10^4 \text{ Joule}$ . Kalor yang dilepas  $Q_2$  sebesar ....

- A.  $0,3. 10^5 \text{ Joule}$
- B.  $0,6. 10^5 \text{ Joule}$
- C.  $0,9. 10^5 \text{ Joule}$
- D.  $1,2. 10^5 \text{ Joule}$
- E.  $1,5. 10^5 \text{ Joule}$

**Alasan:**

- A. Kalor yang dilepas adalah selisih antara kalor yang diserap dengan usaha
- B. Kalor yang dilepas adalah jumlah antara kalor yang diserap dan usaha
- C. Kalor yang dilepas lebih besar daripada kalor yang diserap
- D. Kalor yang dilepas berbanding terbalik dengan suhu
- E. Kalor yang dilepas tidak mempengaruhi efisiensi mesin

5. Suhu suatu gas dalam sebuah ruangan tertutup mula-mula adalah  $47^\circ\text{C}$ . Jika tekanan akhir pada ruangan tertutup tersebut 3 kali lebih besar dari tekanan semula, maka suhu akhir gas tersebut sebesar ....

- A.  $249^\circ\text{C}$
- B.  $221^\circ\text{C}$
- C.  $194^\circ\text{C}$
- D.  $169^\circ\text{C}$
- E.  $141^\circ\text{C}$

**Alasan:**

- A. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya

- B. Pada volume tetap, tekanan gas berbanding terbalik dengan suhunya
- C. Pada volume tetap, tekanan gas sama dengan dengan suhunya
- D. Pada volume tetap, tekanan gas lebih besar dari suhunya
- E. Pada volume tetap, tekanan gas lebih kecil dari suhunya

6. Efisiensi sebuah mesin Carnot adalah 65%. Jika reservoir bersuhu rendah memiliki suhu 30°C, maka suhu reservoir yang lain sebesar ....
- A. 872,5 K
  - B. 869,5 K
  - C. 865,7 K
  - D. 856,5 K
  - E. 827,5 K

**Alasan:**

- A. Suhu pada reservoir rendah sebanding dengan suhu pada reservoir tinggi
- B. Semakin besar efisiensi Carnot, maka kualitas mesin semakin menurun
- C. Efisiensi Carnot hanya bergantung pada suhu di reservoir rendah
- D. Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin besar
- E. Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin kecil

7. Perhatikan pernyataan berikut,
- (1) Gas tidak melakukan usaha pada proses isokhorik.
  - (2) Gas menerima atau mengerjakan usaha pada proses isobaric.
  - (3) Gas mengalami perubahan energi pada proses isotermik.
  - (4) Gas selalu memperoleh usaha pada proses adiabatik.
- Pernyataan-pernyataan di atas yang berkaitan dengan proses termodinamika adalah....
- A. 1, 2, dan 3
  - B. 1 dan 4
  - C. 1 dan 2
  - D. 2, 3, dan 4
  - E. 3 dan 4

**Alasan:**

- A. Usaha hanya bisa dilakukan oleh sistem
- B. Usaha tidak bisa dilakukan oleh lingkungan
- C. Usaha sebanding dengan suhu
- D. Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
- E. Usaha maksimal ketika proses isokhorik

8. Suatu mesin Carnot menghasilkan daya 400 kW saat menyerap panas sebanyak 800 kJ per sekon dari reservoir panas. Jika suhu reservoir panas 900 K, maka suhu reservoir dinginnya adalah ....
- A. 600 K
  - B. 550 K
  - C. 500 K
  - D. 450 K
  - E. 400 K

**Alasan:**

- A. Suhu berbanding terbalik dengan kalor
- B. Suhu berbanding lurus dengan kalor
- C. Daya berbanding terbalik dengan usaha

- D. Daya berbanding lurus dengan efisiensi
- E. Daya sama dengan kalor pada reservoir rendah

9. Gas dengan suhu, tekanan, dan volume tertentu ditekan sehingga volumenya menjadi setengah dari volumenya semula. Pernyataan berikut yang benar adalah ....
- A. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - B. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara adiabatik
  - C. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - D. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih kecil daripada jika proses berlangsung secara isothermal
  - E. tekanan dan suhu juga berkurang menjadi setengahnya

**Alasan:**

- A. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif
  - B. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif
  - C. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai negatif
  - D. Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai positif, dan sistem mendapat kalor bernilai negative
  - E. Kerja tidak bisa dilakukan oleh lingkungan pada sistem
10. Sebuah mesin Carnot dilakukan uji coba, dengan suhu pada reservoir tinggi ( $T_1$ ) dan suhu pada reservoir rendah ( $T_2$ ) yang berbeda-beda. Suhu pada kedua reservoir seperti tabel di bawah ini.

Uji coba Carnot ke-	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)
1	537	290
2	523	123
3	327	127
4	277	77

Berdasarkan data di atas, maka efisiensi terkecil dan terbesar diperoleh ketika uji coba ke

....

- A. 4 dan 3
- B. 4 dan 2
- C. 3 dan 4
- D. 1 dan 2
- E. 2 dan 1

**Alasan:**

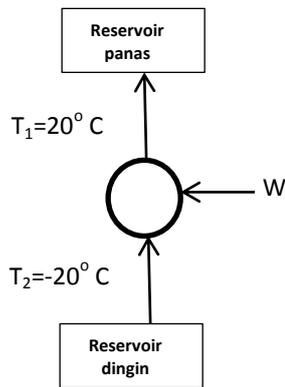
- A. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas
- B. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin
- C. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas, serta berbanding terbalik dengan jumlah suhu pada reservoir panas dan dingin

- D. Efisiensi mesin Carnot berbanding terbalik dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding lurus dengan suhu pada reservoir panas
- E. Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas

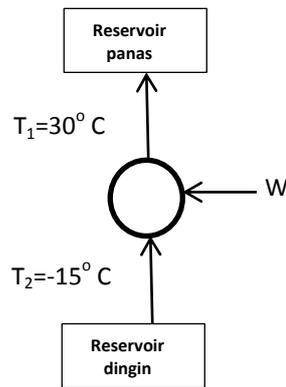
11. Sebanyak 1,5 mol gas dalam wadah mengalami pemuaihan isobarik pada tekanan  $2 \times 10^5$  Pa. Suhu awal gas 300 K dan suhu akhirnya 600 K. Jika usaha selama proses -3.600 J, maka besar volume awal dan akhir untuk mencapai usaha tersebut sebesar ....
- A.  $0,003 \text{ m}^3$  dan  $0,006 \text{ m}^3$
  - B.  $0,004 \text{ m}^3$  dan  $0,009 \text{ m}^3$
  - C.  $0,013 \text{ m}^3$  dan  $0,029 \text{ m}^3$
  - D.  $0,019 \text{ m}^3$  dan  $0,037 \text{ m}^3$
  - E.  $0,021 \text{ m}^3$  dan  $0,043 \text{ m}^3$

**Alasan:**

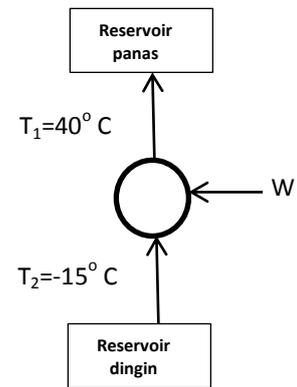
- A. Perubahan volume berbanding lurus dengan tekanan
  - B. Perubahan volume berbanding terbalik dengan suhu
  - C. Perubahan volume berbanding terbalik dengan jumlah mol gas
  - D. Perubahan volume berbanding terbalik dengan konstanta gas umum
  - E. Perubahan volume berbanding lurus dengan usaha
12. Suatu pabrik ingin membuat mesin pendingin dengan koefisien performa 5,7. Jika dituangkan dalam bentuk diagram proses, maka diagram yang sesuai adalah ....



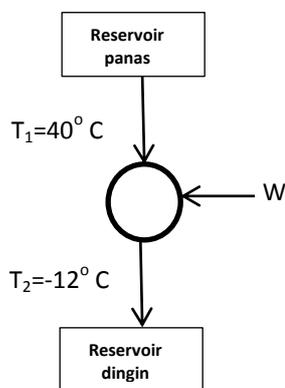
A



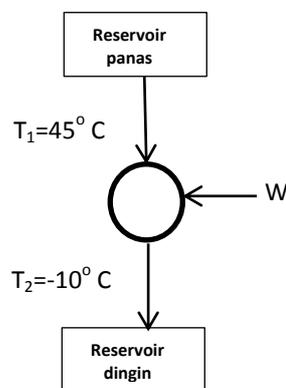
B



C



D



E

**Alasan:**

- A. Kalor yang disedot reservoir panas lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- B. Kalor yang disedot reservoir panas lebih besar dari kalor yang dibuang ke reservoir dingin
- C. Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih besar dari kalor yang dibuang ke reservoir panas
- D. Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir panas
- E. Kalor yang disedot dan buang dari reservoir panas dan dingin sama besar

13. Sebuah piston mengandung 1,0 mol gas ideal pada suhu 35°C. Tekanan gas sebesar  $2 \cdot 10^5$  Pa. Proses selanjutnya, gas dipanaskan hingga suhunya mencapai 70°C dan volume piston bertambah pada tekanan konstan. Maka usaha yang telah dilakukan oleh gas sebesar ....
- A. 252,51 joule
  - B. 291,02 joule
  - C. 298,00 joule
  - D. 302,79 joule
  - E. 310,02 joule

**Alasan:**

- A. Usaha merupakan perkalian antara perubahan suhu dengan tekanan tetap
- B. Usaha merupakan perkalian antara jumlah mol gas dengan suhu awal
- C. Usaha merupakan perkalian antara perubahan suhu dengan perubahan volume
- D. Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume gas dengan tekanan tetap
- E. Usaha merupakan selisih dari perubahan suhu dan volume

14. Sebuah kubus es bermassa 80 gram dan bersuhu 0°C ditempatkan di dalam gelas. Setelah disimpan beberapa lama, setengah dari es tersebut mencair menjadi air bersuhu 0°C. perubahan entropi yang dialami es sebesar .... (diketahui kalor lebur es 80 kal/g)
- A. 11,7 kal/K
  - B. 11,9 kal/K
  - C. 12,1 kal/K
  - D. 12,3 kal/K
  - E. 12,5 kal/K

**Alasan:**

- A. Semakin besar perubahan suhu, semakin besar pula perubahan entropinya
- B. Semakin kecil perubahan suhu, semakin besar perubahan entropinya
- C. Semakin kecil perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin besar perubahan entropinya
- D. Semakin besar perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin kecil perubahan entropinya
- E. Semakin besar perubahan kalor untuk meleburkan es, semakin besar pula perubahan entropinya

15. 5 mol gas helium disimpan dalam tabung tertutup, volume 3 liter (isokhorik) dengan tekanan  $0,8 \cdot 10^6$  Pa. Jika gas menyerap kalor sehingga tekanan menjadi  $1,2 \cdot 10^6$  Pa. maka besar perubahan energi dalamnya adalah ....
- A. 1800 joule

- B. 1600 joule
- C. 1400 joule
- D. 1200 joule
- E. 1000 joule

**Alasan:**

- A. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan jumlah perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- B. Perubahan energi dalam berbanding terbalik dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- C. Perubahan energi dalam berbanding terbalik dengan jumlah perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- D. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan pembagian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal
- E. Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal

16. Refrigerator dengan koefisien performa 4,0 digunakan untuk membekukan air, dengan daya masukan sebesar 400 W. Jumlah kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin sebesar  $1,6 \cdot 10^5$  joule. Waktu yang diperlukan untuk terjadinya proses pembekuan adalah

....

- A. 90 sekon
- B. 100 sekon
- C. 105 sekon
- D. 110 sekon
- E. 120 sekon

**Alasan:**

- A. Waktu pembekuan semakin cepat jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar
- B. Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin kecil
- C. Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar
- D. Waktu pembekuan semakin lama jika daya semakin besar
- E. Waktu pembekuan semakin lama jika koefisien performa semakin besar

17. 800 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik, mengalami perubahan suhu awal ( $T_1$ ) menjadi suhu akhir ( $T_2$ ). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut.

Adiabatik	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)
1	27	48
2	27	48
3	27	47
4	26	48
5	26	46

Berdasarkan hasil pengamatan di atas, maka usaha terbesar terjadi pada pengamatan ke

....

- A. 5
- B. 4
- C. 3

D. 2

E. 1

**Alasan:**

A. Usaha berbanding terbalik dengan perubahan suhu

B. Usaha sama dengan perubahan suhu

C. Usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu

D. Usaha dalam proses adiabatik selalu nol

E. Usaha tidak dipengaruhi oleh suhu

18. Sebuah mesin kalor memiliki efisiensi sebesar 40%. Jika arah proses dalam mesin tersebut dibalik sehingga menjadi pompa panas, maka koefisien performa pompa panas tersebut adalah ....

A. 2,5

B. 3,5

C. 4,0

D. 4,5

E. 5,0

**Alasan:**

A. Koefisien performa berbanding lurus dengan efisiensi

B. Koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi

C. Koefisien performa dan efisiensi sama besar

D. Koefisien performa lebih besar dari efisiensi

E. Koefisien performa lebih kecil dari efisiensi

19. Gas ideal sebanyak 0,15 mol berada dalam sebuah sistem yang dihubungkan dengan sebuah reservoir termal, agar sistem berada dalam suhu konstan 30°C. Jika diketahui volume awal sistem 3 liter dan usaha yang dilakukan 18 joule, maka kenaikan volume dan tekanan akhir gas adalah ....

A.  $14,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,26 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

B.  $14,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  dan  $1,56 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

C.  $15,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,28 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

D.  $16,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  dan  $1,28 \cdot 10^3 \text{ Pa}$

E.  $16,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  dan  $1,34 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

**Alasan:**

A. Tekanan berbanding terbalik dengan suhu, dan perubahan volume berbanding terbalik dengan usaha

B. Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha

C. Tekanan berbanding terbalik dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha

D. Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding terbalik dengan usaha

E. Tekanan berbanding lurus dengan volume, dan suhu berbanding terbalik dengan usaha

20. Lima buah mesin kalor beroperasi secara bersama-sama. Kalor yang diserap dari reservoir panas ( $Q_1$ ) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin ( $Q_2$ ) dari setiap mesin berbeda-beda. Perbedaan kalor tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut,

Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)
1	830	760
2	850	775
3	1.000	800
4	1.200	1.310
5	1.300	1.390

Berdasarkan data diatas, maka usaha terbesar dan terkecil dioperasikan oleh mesin kalor bernomor ....

- A. 1 dan 2
- B. 2 dan 4
- C. 3 dan 1
- D. 4 dan 5
- E. 5 dan 3

**Alasan:**

- A. Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - B. Usaha merupakan jumlah dari kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - C. Usaha merupakan pembagian antara kalor yang diserap dari reservoir panas dengan kalor yang dibuang ke reservoir dingin
  - D. Usaha sama dengan jumlah kalor yang diserap dari reservoir panas
  - E. Usaha sama dengan jumlah kalor yang dibuang ke reservoir dingin
-

**PEDOMAN PENSKORAN  
TES PENGUKURAN SOAL HOTS  
MATERI TERMODINAMIKA**

**Petunjuk penskoran**

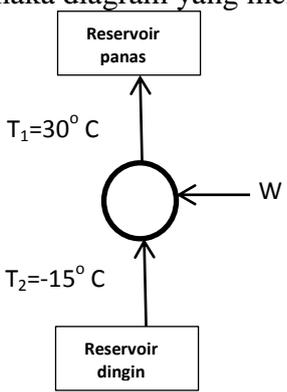
- A. Jumlah soal sebanyak 20 butir soal yang terdiri dari kemampuan menganalisis, mengevaluasi dan mencipta
- B. Skor pada rubrik penilaian berskala 1- 4 yang berarti  
**4** = pemahaman konsep kuat dan jawaban benar (Jawaban dan alasan benar)  
**3** = pemahaman konsep kuat dan jawaban salah (Jawaban salah dan alasan benar)  
**2** = pemahaman konsep lemah dan jawaban benar (Jawaban benar dan alasan salah)  
**1** = pemahaman konsep lemah dan jawaban salah (Jawaban salah dan alasan salah)
- C. Nilailah sesuai rubrik penilaian dan objektif

Soal B	Penyelesaian	Skor
1	<b>Jawaban : C</b>  $\Delta U = Q - W$ $\frac{3}{2}nRT = Q - P\Delta V$ $\frac{3}{2} \times 1 \times 8,315 \times 303 = Q - (3 \cdot 10^5 \times 5)$ $Q = 15,038 \cdot 10^5 \text{ joule}$ <b>Alasan : A</b> Untuk mendapatkan kerja bernilai negatif, maka sistem menerima kalor	4
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A	3
	Jawaban : C Alasan : B, C, D, E	2
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : B, C, D, E	1
2	<b>Jawaban : E</b> Menentukan efisiensi $K = \frac{1}{\varepsilon} \rightarrow \varepsilon = 0,2$ Menentukan suhu pada reservoir rendah $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \rightarrow T_2 = 241,6 \text{ K}$ Diagram yang mungkin	4

	<div style="text-align: center;"> </div> <p><b>Alasan : C</b>  Pada mesin pendingin, kalor mengalir dari reservoir bersuhu rendah menuju reservoir suhu tinggi, dengan diberikan usaha dari luar</p>																									
	<p>Jawaban : A, B, C, D  Alasan : C</p>	3																								
	<p>Jawaban : E  Alasan : A, B, D, E</p>	2																								
	<p>Jawaban : A, B, C, D  Alasan : A, B, D, E</p>	1																								
3	<p><b>Jawaban : E</b></p> $\frac{V}{T} = \text{konstanta}$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Tabung</th> <th>Volume awal (V<sub>1</sub>)</th> <th>Volume akhir (V<sub>2</sub>)</th> <th>T<sub>1</sub>:T<sub>2</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> <td>1/5 V</td> <td>5 : 1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>V</td> <td>1/8 V</td> <td>8 : 1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2V</td> <td>1/2 V</td> <td>4 : 1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2V</td> <td>1/4 V</td> <td>8 : 1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2V</td> <td>1/5 V</td> <td>10 : 1</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Alasan : C</b>  Jika tekanan gas dipertahankan konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhunya.</p>	Tabung	Volume awal (V <sub>1</sub> )	Volume akhir (V <sub>2</sub> )	T <sub>1</sub> :T <sub>2</sub>	1	V	1/5 V	5 : 1	2	V	1/8 V	8 : 1	3	2V	1/2 V	4 : 1	4	2V	1/4 V	8 : 1	5	2V	1/5 V	10 : 1	4
Tabung	Volume awal (V <sub>1</sub> )	Volume akhir (V <sub>2</sub> )	T <sub>1</sub> :T <sub>2</sub>																							
1	V	1/5 V	5 : 1																							
2	V	1/8 V	8 : 1																							
3	2V	1/2 V	4 : 1																							
4	2V	1/4 V	8 : 1																							
5	2V	1/5 V	10 : 1																							
	<p>Jawaban : A, B, C, D  Alasan : C</p>	3																								
	<p>Jawaban : E  Alasan : A, B, D, E</p>	2																								
	<p>Jawaban : A, B, C, D  Alasan : A, B, D, E</p>	1																								
4	<p><b>Jawaban : E</b>  Menentukan efisiensi mesin  <math>\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\% \longrightarrow \varepsilon = 25\%</math>  Menentukan kalor yang diserap (Q<sub>1</sub>)  <math>\varepsilon = \frac{W}{Q_1} \longrightarrow Q_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Joule}</math>  Menentukan kalor yang dilepas (Q<sub>2</sub>)  <math>W = Q_1 - Q_2 \longrightarrow Q_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Joule}</math>  <b>Alasan : A</b></p>	4																								

	Kalor yang dilepas adalah selisih antara kalor yang diserap dengan usaha	
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : A	3
	Jawaban : E Alasan : B, C, D, E	2
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : B, C, D, E	1
5	<b>Jawaban : E</b>  $\frac{p}{T} = \text{konstanta}$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \longrightarrow \frac{p}{47^\circ\text{C}} = \frac{3p}{T_2} \longrightarrow T_2 = 141^\circ\text{C}$	4
	<b>Alasan : A</b> Pada volume tetap, tekanan gas berbanding lurus dengan suhunya	
	Jawaban : A, B, C, D Alasan : A	3
	Jawaban : E Alasan : B, C, D, E	2
6	Jawaban : A, B, C, D Alasan : B, C, D, E	1
	<b>Jawaban : C</b>  $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$ $0,65 = \frac{T_1 - 303}{T_1}$ $T_1 = 865,7 \text{ K}$	4
	<b>Alasan : D</b> Semakin besar selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, maka efisiensi makin besar	
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : D	3
7	Jawaban : C Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A, B, C, E	1
	<b>Jawaban : C</b> Usaha yang dilakukan oleh gas dinyatakan dengan persamaan $W = p\Delta V$ Jika usaha dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem, maka usaha menjadi bernilai negatif.	4
	<b>Alasan : D</b> Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume dengan tekanan tetap	
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : D	3
	Jawaban : C	2

	Alasan : A, B, C, E																					
	Jawaban : A, B, D, E Alasan : A, B, C, E	1																				
8	<p><b>Jawaban : D</b> Menentukan kalor yang dibuang ke reservoir rendah</p> $P = \frac{W}{t} = \frac{Q_1 - Q_2}{t}$ $400000 = \frac{800000 - Q_2}{1}$ $Q_2 = 400000 \text{ Joule}$ <p>Menentukan suhu pada reservoir rendah</p> $Q \sim T$ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $T_2 = 450 \text{ K}$ <p><b>Alasan : B</b> Suhu berbanding lurus dengan kalor</p>	4																				
	Jawaban : A, B, C, E Alasan : B	3																				
	Jawaban : D Alasan : A, C, D, E	2																				
	Jawaban : A, B, C, E Alasan : A, C, D, E	1																				
9	<p><b>Jawaban : D</b> Kasus ini, menunjukkan kerja dilakukan oleh lingkungan terhadap sistem (gas). Sehingga <math>\Delta U = Q - W</math>. Hal ini berpengaruh terhadap proses termodinamika,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Adiabatik, (<math>Q = 0</math>) maka <math>\Delta U = -W</math></li> <li>6. Isothermal, (<math>\Delta U = 0</math>) maka <math>Q = W</math></li> <li>7. Isobarik, <math>Q - \Delta U = W</math></li> <li>8. Isokhorik, (<math>W = 0</math>) maka <math>\Delta U = Q</math></li> </ol> <p><b>Alasan : B</b> Kerja yang dilakukan oleh lingkungan pada sistem bernilai negatif, dan sistem mendapat kalor bernilai positif</p>	4																				
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : B	3																				
	Jawaban : D Alasan : A, B, C, E	2																				
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, C, E	1																				
10	<p><b>Jawaban : D</b></p> $\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Uji coba Carnot ke-</th> <th><math>T_1</math> (°C)</th> <th><math>T_2</math> (°C)</th> <th><math>\varepsilon</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>537</td> <td>290</td> <td>30,49 %</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>523</td> <td>123</td> <td>50,25 %</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>327</td> <td>127</td> <td>33,33 %</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>277</td> <td>77</td> <td>36,36 %</td> </tr> </tbody> </table>	Uji coba Carnot ke-	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)	$\varepsilon$	1	537	290	30,49 %	2	523	123	50,25 %	3	327	127	33,33 %	4	277	77	36,36 %	4
Uji coba Carnot ke-	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)	$\varepsilon$																			
1	537	290	30,49 %																			
2	523	123	50,25 %																			
3	327	127	33,33 %																			
4	277	77	36,36 %																			

	<p><b>Alasan : E</b> Efisiensi mesin Carnot berbanding lurus dengan selisih suhu pada reservoir panas dan dingin, serta berbanding terbalik dengan suhu pada reservoir panas</p>	
	<p>Jawaban : A, B, C, E Alasan : D</p>	3
	<p>Jawaban : E Alasan : A, B, C, D</p>	2
	<p>Jawaban : A, B, C, E Alasan : A, B, C, D</p>	1
11	<p><b>Jawaban : D</b> Menentukan volume awal <math>V_1</math> dengan persamaan  <math display="block">pV = nRT</math> <math display="block">V_1 = 0,019 \text{ m}^3</math> Menentukan perubahan volume <math>\Delta V</math>  <math display="block">W = -p\Delta V</math> <math display="block">\Delta V = 0,018 \text{ m}^3</math> Menghitung volume akhir <math>V_2</math>  <math display="block">V_2 = V_1 + \Delta V = 0,037 \text{ m}^3</math> <b>Alasan : E</b> Perubahan volum berbanding lurus dengan usaha</p>	4
	<p>Jawaban : A, B, C, D Alasan : E</p>	3
	<p>Jawaban : D Alasan : A, B, C, E</p>	2
	<p>Jawaban : A, B, C, D Alasan : A, B, C, E</p>	1
12	<p><b>Jawaban : B</b> Berdasarkan arah aliran kalor, dan memenuhi koefesien performa 5,7 maka diagram yang memungkinkan seperti berikut</p>  <p><b>Alasan : D</b> Kalor yang disedot dari reservoir dingin lebih kecil dari kalor yang dibuang ke reservoir panas</p>	4
	<p>Jawaban : A, C, D, E Alasan : D</p>	3
	<p>Jawaban : B Alasan : A, B, C, E</p>	2
	<p>Jawaban : A, C, D, E</p>	1

	Alasan : A, B, C, E	
13	<p><b>Jawaban : B</b> Menentukan volume awal <math>V_1</math> dengan persamaan <math>p_1V_1 = nRT_1 \longrightarrow V_1 = 1280,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3</math> Menentukan volume akhir <math>V_2</math> dengan persamaan <math>\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \longrightarrow V_2 = 1426,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3</math> Menentukan usaha yang dilakukan oleh gas <math>W = p\Delta V = 291,02 \text{ joule}</math></p> <p><b>Alasan : D</b> Usaha merupakan perkalian antara perubahan volume dengan tekanan tetap</p>	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : D	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, C, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, C, E	1
14	<p><b>Jawaban : A</b> Kalor untuk meleburkan es <math>Q = m L = 3.200 \text{ kal}</math> Perubahan entropi <math>\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{3.200}{273} = 11,7 \text{ kal/K}</math></p> <p><b>Alasan : E</b> Semakin besar kalor untuk meleburkan es, makin besar perubahan entropinya</p>	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : E	3
	Jawaban : A Alasan : A, B, C, D	2
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, B, C, D	1
15	<p><b>Jawaban : A</b> <math>\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T</math> <math>\Delta U = \frac{3}{2}(nRT_{akhir} - nRT_{awal})</math> <math>\Delta U = \frac{3}{2}(p_{akhir}V_{akhir} - p_{awal}V_{awal})</math> <math>\Delta U = \frac{3}{2}(1,2 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3} - 0,8 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3})</math> <math>\Delta U = 1800 \text{ joule}</math></p> <p><b>Alasan : E</b> Perubahan energi dalam berbanding lurus dengan selisih perkalian antara tekanan dan volume pada keadaan akhir dan awal</p>	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : E	3
	Jawaban : A Alasan : A, B, C, D	2

	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, B, C, D	1
16	<b>Jawaban : B</b> Menentukan usaha $K = \frac{Q_2}{W} \longrightarrow W = 4 \cdot 10^4 \text{ joule}$ Menentukan waktu pembekuan $P = \frac{W}{t} \longrightarrow t = 100 \text{ sekon}$ <b>Alasan : C</b> Waktu pembekuan semakin lama jika kalor yang dipindahkan dari reservoir dingin semakin besar	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : C	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, D, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, D, E	1
17	<b>Jawaban : B</b> Pada adiabatic, $Q = 0$ , sehingga $\Delta U = W$ Dimana $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ (pada suhu rendah) <b>Alasan : C</b> Usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu	4
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : C	3
	Jawaban : B Alasan : A, B, D, E	2
	Jawaban : A, C, D, E Alasan : A, B, D, E	1
18	<b>Jawaban : A</b> Efisiensi $\varepsilon$ dimiliki oleh mesin kalor, sedang koefisien performa $K$ dimiliki oleh mesin pendingin. Keduanya memiliki proses yang berkebalikan, dinyatakan dengan persamaan $K = \frac{1}{\varepsilon}$ Sehingga diperoleh nilai $K = \frac{1}{0,4} = 2,5$ <b>Alasan : B</b> Koefisien performa berbanding terbalik dengan efisiensi	4
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : B	3
	Jawaban : A Alasan : A, C, D, E	2
	Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, C, D, E	1
19	<b>Jawaban : A</b> Menentukan besar tekanan dengan persamaan $pV = nRT \longrightarrow p = 1,26 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ Menentukan kenaikan suhu dengan persamaan $W = p\Delta V \longrightarrow \Delta V = 14,3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$	4

	<p><b>Alasan : B</b> Tekanan berbanding lurus dengan suhu, dan perubahan volume berbanding lurus dengan usaha</p>																									
	<p>Jawaban : B, C, D, E Alasan : B</p>	3																								
	<p>Jawaban : A Alasan : A, C, D, E</p>	2																								
	<p>Jawaban : B, C, D, E Alasan : A, C, D, E</p>	1																								
20	<p><b>Jawaban : C</b></p> $W = Q_1 - Q_2$ <table border="1" data-bbox="443 638 1177 873"> <thead> <tr> <th>Mesin Kalor</th> <th><math>Q_1</math> (Joule)</th> <th><math>Q_2</math> (Joule)</th> <th>W (Joule)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>830</td> <td>760</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>850</td> <td>775</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.000</td> <td>800</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1.200</td> <td>1.310</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.300</td> <td>1.390</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Alasan : A</b> Usaha merupakan selisih antara kalor yang diserap dari reservoir panas dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin</p>	Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)	W (Joule)	1	830	760	70	2	850	775	75	3	1.000	800	200	4	1.200	1.310	110	5	1.300	1.390	90	4
Mesin Kalor	$Q_1$ (Joule)	$Q_2$ (Joule)	W (Joule)																							
1	830	760	70																							
2	850	775	75																							
3	1.000	800	200																							
4	1.200	1.310	110																							
5	1.300	1.390	90																							
	<p>Jawaban : A, B, D, E Alasan : A</p>	3																								
	<p>Jawaban : C Alasan : B, C, D, E</p>	2																								
	<p>Jawaban : A, B, D, E Alasan : B, C, D, E</p>	1																								