

**ZADATCI – TERMODINAMIKA**

1. Na temperaturi 600 °C duljina bakrene žice je 60 m. Kolika je duljina te žice na temperaturi 0 °C? Linearni koeficijent termičkoga rastezanja bakra je  $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

Odgovor: \_\_\_\_\_

2. Na temperaturi od 500 °C rupa u željeznoj ploči ima promjer 30 cm. Koliki je promjer te rupe u željeznoj ploči na temperaturi od 0 °C? Linearni koeficijent termičkoga rastezanja željeza iznosi  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

Odgovor: \_\_\_\_\_

3. Zgrada od opeke ima visinu 20 m po zimi pri temperaturi od -10 °C. Koeficijent linearnoga rastezanja opeke iznosi  $10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

- a. Kolika je visina zgrade pri temperaturi od 0 °C?

Odgovor: \_\_\_\_\_

- b. Za koliko se promijeni visina zgrade od zime do ljeta kad temperatura iznosi 25 °C?

Odgovor: \_\_\_\_\_

4. Bimetalna traka sastoji se od dviju spojenih traka napravljenih od mjedi i čelika, kako je prikazano na crtežu. Pri jednolikom zagrijavanju dolazi do savijanja prema čeličnoj traci. Zašto se to događa?

- A. Temperatura mjedi viša je od temperature čelika.  
B. Temperatura čelika viša je od temperature mjedi.  
C. Mjed se produljuje više od čelika za istu promjenu temperature.  
D. Čelik se produljuje više od mjedi za istu promjenu temperature.



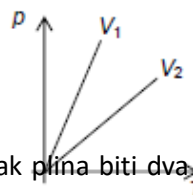
5. Kad se komad aluminija zagrijava, njegove se dimenzije povećavaju jer se povećava:

- A. veličina atoma aluminija  
B. razmak između atoma aluminija  
C. broj čestica u komadu aluminija  
D. veličina molekula aluminija

6. U popodnevnim se satima temperatura zraka povećala za 13 K u odnosu na ranojutarnju temperaturu. Za koliko se povećala temperatura zraka u Celzijevim stupnjevima?  
A. za 13 °C      B. za 30 °C      C. za 260 °C      D. za 286 °C
7. Čemu je od navedenoga proporcionalna temperatura idealnoga plina?  
A. srednjoj potencijalnoj energiji čestica plina  
B. srednjoj kinetičkoj energiji nasumičnoga gibanja čestica plina  
C. srednjoj brzini nasumičnoga gibanja čestica plina  
D. srednjoj akceleraciji nasumičnoga gibanja čestica plina
8. Temperatura idealnog plina poveća se s 40 K na 160 K. Kako će se promijeniti srednja brzina nasumičnog gibanja atoma tog plina?  
A. Smanjit će se 4 puta.  
B. Smanjit će se 2 puta.  
C. Povećat će se 2 puta.  
D. Povećat će se 4 puta.
9. Idealni plin temperature  $T$  zagrije se tako da se srednja kinetička energija nasumičnoga gibanja njegovih čestica udvostruči. Kolika je temperatura plina nakon zagrijavanja?  
A.  $T / \sqrt{2}$   
B.  $T \sqrt{2}$   
C.  $2T$   
D.  $4T$
10. Tijelo se sudari neelastično sa zidom. U takvome se sudaru uz početnu brzinu  $v$  temperatura tijela poveća za 0.5 K. Za koliko bi se povećala temperatura tijela uz početnu brzinu  $4v$  uz pretpostavku da se prilikom sudara uvijek pola kinetičke energije tijela pretvori u unutrašnju energiju tijela?  
A. za 1 K      B. za 2 K      C. za 4 K      D. za 8 K
11. Koja od navedenih tvrdnji **ne vrijedi** za model idealnoga plina?  
A. Kinetička energija nasumičnoga gibanja čestica plina manja je od potencijalne energije njihova međusobnoga djelovanja.  
B. Čestice plina se stalno nasumično gibaju.  
C. Sudari čestica plina sa stjenkama posude su savršeno elastični.

# ALGEBRA

- D. Temperatura plina proporcionalna je srednjoj kinetičkoj energiji nasumičnoga gibanja čestica plina.
12. Koja od navedenih tvrdnji **ne vrijedi** za model idealnoga plina?
- A. Potencijalna energija međusobnoga djelovanja čestica plina je zanemariva.
  - B. Čestice plina se stalno nasumično gibaju.
  - C. Sudari čestica plina sa stjenkama posude nisu savršeno elastični.
  - D. Temperatura plina je proporcionalna srednjoj kinetičkoj energiji nasumičnoga gibanja čestica plina.
13. Pri izotermnom procesu obujam plina se s vrijednosti  $V$  poveća na  $2V$ . Početni tlak plina je  $p$ . U odnosu na početni tlak konačni tlak plina je:
- A. četiri puta manji
  - B. dva puta manji
  - C. Nepromijenjen
  - D. dva puta veći
14. U posudi se nalazi plin na temperaturi  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  i tlaku  $p_0$ . Plin izohorno zagrijemo na temperaturu  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Koliki je tlak plina nakon zagrijavanja?
- A.  $0,5p_0$
  - B.  $p_0$
  - C.  $2p_0$
  - D.  $4p_0$
15. U boci se nalazi plin pod tlakom  $p$  i na temperaturi  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kolika će biti temperatura toga plina ako se tlak u boci promijeni na  $2p$ ? Pri zagrijavanju plina ne mijenja se obujam boce.
- A.  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - B.  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - C.  $273\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - D.  $313\text{ }^{\circ}\text{C}$
16. Idealnom plinu se izohorno poveća temperatura za  $300\text{ K}$ . Pritom mu se tlak poveća tri puta. Kolika je bila početna temperatura plina?
- A.  $100\text{ K}$
  - B.  $150\text{ K}$
  - C.  $300\text{ K}$
17. U  $(p, T)$  dijagramu prikazana su dva izohorna procesa izvršena nad jednakim količinama idealnoga plina obujama  $V_1$  i  $V_2$ . Koji je odnos tih obujama?
- A.  $V_1 < V_2$
  - B.  $V_1 = V_2$
  - C.  $V_1 > V_2$
18. Temperatura idealnoga plina je  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na kojoj će temperaturi tlak plina biti dva puta veći od tlaka plina pri  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ako se obujam plina drži stalnim?
- A.  $0\text{ K}$
  - B.  $137\text{ K}$
  - C.  $273\text{ K}$
  - D.  $546\text{ K}$
19. U zatvorenoj posudi nalazi se zrak temperature  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Do koje temperature treba zagrijati zrak da se tlak u posudi udvostruči?
- Odgovor: \_\_\_\_\_



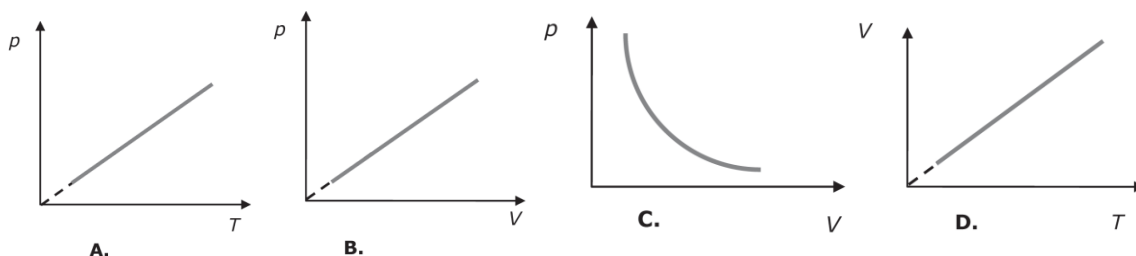
20. Idealnom plinu se izobarno poveća temperatura na 600 K. Pritom mu se obujam poveća dva puta. Kolika je početna temperatura plina?

Odgovor: \_\_\_\_\_

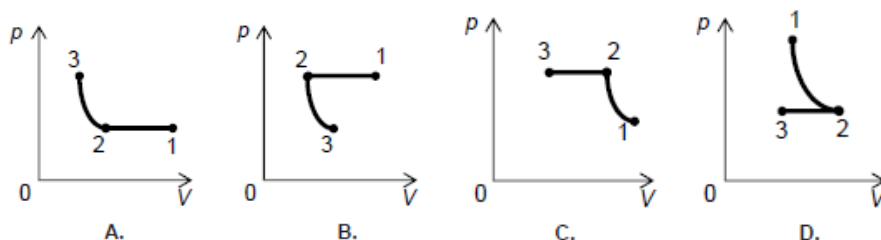
21. Obujam idealnoga plina pri temperaturi od 293 K je  $1 \text{ m}^3$ . Pri stalnome tlaku temperatura idealnoga plina naraste na 353 K. Odredite obujam plina pri toj temperaturi.

Odgovor: \_\_\_\_\_

22. Koji od četiriju prikazanih dijagrama predstavlja izohorni proces?



23. Idealnomu plinu volumen se prvo izobarno smanji na polovinu početne vrijednosti, a zatim tlak izotermno udvostruči. Koji graf opisuje navedeni proces?

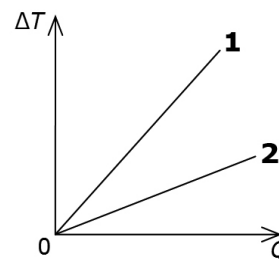


24. Dva tijela su u termodinamičkoj ravnoteži ako imaju:

- A. jednaku temperaturu    B. jednaku toplinu    C. jednaku unutrašnju energiju

25. Tijela 1 i 2 imaju jednake mase. Dijagram pokazuje ovisnost promjene temperature o dovedenoj toplini. Koja je od navedenih tvrdnji točna?

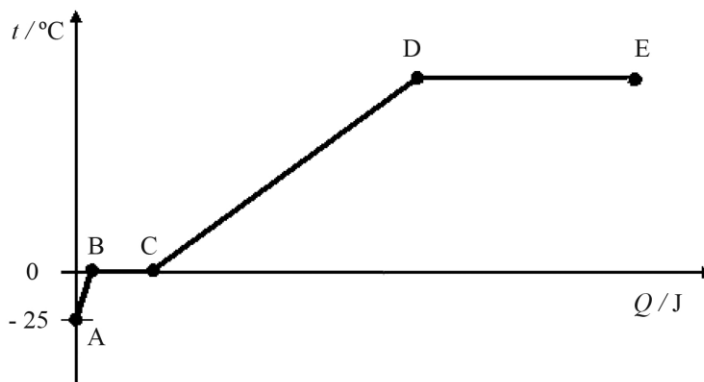
- A. Tijelo 1 ima veći specifični toplinski kapacitet od tijela 2.  
 B. Tijelo 1 ima manji specifični toplinski kapacitet od tijela 2.  
 C. Tijela 1 i 2 imaju jednak specifični toplinski kapacitet.



26. Specifični toplinski kapacitet željeza je  $460 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Toplina potrebna da se željezu mase 1 kg poveća temperatura za 2 K iznosi:
- A. 230 J      B. 460 J      C. 920 J      D. 462 J
27. Imamo dva uzorka iste vrste ulja. Prvom, čija je masa 50 g, temperatura poraste za  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  kad primi neku toplinu  $Q$ . Ako drugi uzorak, mase 150 g, primi upola manje topline, za koliko će stupnjeva porasti njegova temperatura?  
Odgovor: \_\_\_\_\_
28. Za pripremu tople kupke temperature  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  u 60 kg hladne vode temperature  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  dodamo vruću vodu temperature  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kolika je masa vruće vode koju smo dodali?  
Odgovor: \_\_\_\_\_
29. Voda se zagrijava u aluminijskome loncu uz stalno miješanje. Početno su voda i lonac na temperaturi od  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Nakon što su zajedno primili 91,2 kJ topline, temperatura vode i lonca povećala se na  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Odredite masu vode ako je masa lonca 0,2 kg, specifični toplinski kapacitet vode  $4200 \text{ J/(kg K)}$ , a specifični toplinski kapacitet aluminijske 900 J/(kg K).  
Odgovor: \_\_\_\_\_
30. Kalorimetar sadrži 400 g vode temperature  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ . U kalorimetar s vodom dolijemo 600 g vode temperature  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koliko iznosi temperatura termodinamičke ravnoteže? Zanimarite zagrijavanje kalorimetra i druge gubitke topline.
- A.  $44 \text{ }^\circ\text{C}$       B.  $48 \text{ }^\circ\text{C}$       C.  $58 \text{ }^\circ\text{C}$       D.  $64 \text{ }^\circ\text{C}$
31. Grijačem snage 3 kW zagrijava se 0,5 kg vode čija je početna temperatura  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koliko je vremena potrebno da sva voda ispari? Zanimarite gubitke. Specifični toplinski kapacitet vode je  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , a njezina specifična toplina isparavanja je  $2,26 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ .  
Odgovor: \_\_\_\_\_
32. Specifična toplina isparavanja vode iznosi  $2260 \text{ kJ/kg}$ . Vodena para mase 0.5 kg i temperature  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  kondenzira se u vodu temperature  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koja se od navedenih izmjena topline dogodila tijekom toga procesa?
- A. Iz pare je u okolinu prenesena toplina od 1130 kJ.  
B. Iz okoline je na paru prešla toplina od 1130 kJ.  
C. Iz pare je u okolinu prenesena toplina od 2260 kJ.  
D. Iz okoline je na paru prešla toplina od 2260 kJ.

33. Led temperature  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  stavi se u zatvorenu posudu koja se potom zagrijava. Na slici je prikazan graf koji prikazuje ovisnost temperature unutar posude o količini dovedene topline. Koji se dio grafa odnosi na taljenje leda?

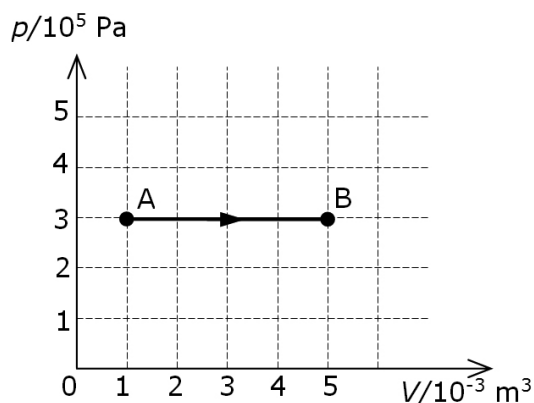
- A. AB
- B. BC
- C. CD
- D. DE



34. Odredite unutarnju energiju idealnoga plina koji sadži  $10^{23}$  čestica na temperaturi  $200\text{ K}$ .  
Odgovor: \_\_\_\_\_
35. Plin je podvrgnut procesu promjene stanja pri kojem se ne obavlja rad. Koji je to proces?  
A. izobarni      B. Adijabatski      C. Izotermni      D. izohorni
36. Temperatura jednoatomnog idealnog plina iznosi  $T$ . Što će se dogoditi s unutrašnjom energijom jednoatomnog idealnog plina ako se temperatura plina smanji na  $T/2$ ?  
A. Povećat će se dva puta.  
B. Smanjit će se dva puta.  
C. Povećat će se četiri puta.  
D. Smanjit će se četiri puta.
37. Unutrašnja energija idealnoga plina iznosi  $U_0$ . Plin podvrgnemo izotermnoj promjeni stanja. Nakon toga će iznos unutrašnje energije plina biti:  
A. Manji od  $U_0$       B. Jednak  $U_0$       C. Veći od  $U_0$
38. Pri stalnome tlaku od  $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$  na plinu se obavi rad od  $1000\text{ J}$ . Za koliko se smanjio obujam plina?  
Odgovor: \_\_\_\_\_
39. Obujam plina na temperaturi  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  iznosi  $10\text{ L}$ , a tlak  $10^6\text{ Pa}$ . Plin se izobarno zagrije na temperaturu  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Koliki rad pritom obavi plin?  
Odgovor: \_\_\_\_\_

40. Ako se idealnomu plinu dovede 3000 J topline, plin prijeđe iz stanja A u stanje B, kao što je prikazano na crtežu. Kolika je promjena unutrašnje energije plina?

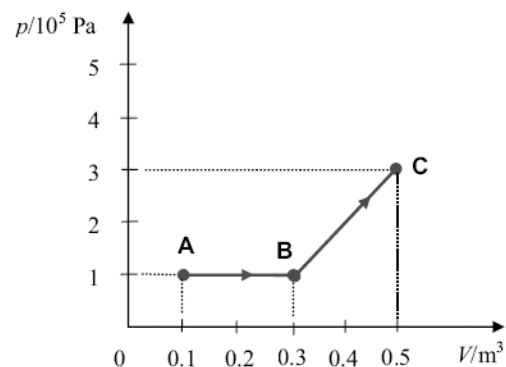
Odgovor: \_\_\_\_\_



41. Idealnomu plinu predana je toplina od  $5 \cdot 10^6$  J pri stalnome tlaku. Plin je pritom obavio rad od  $3 \cdot 10^6$  J. Kako se pritom promijenila unutrašnja energija plina?

- A. Smanjila se za  $8 \cdot 10^6$  J.
- B. Smanjila se za  $2 \cdot 10^6$  J.
- C. Povećala se za  $2 \cdot 10^6$  J.
- D. Povećala se za  $8 \cdot 10^6$  J.

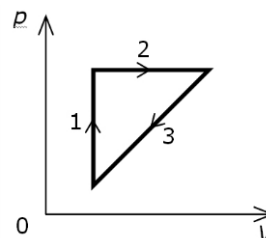
42. Plin prolazi proces ABC prikazan na  $(p, V)$  grafu.



Rad plina koji je obavljen pri procesu ABC iznosi \_\_\_\_\_

43. Na crtežu je prikazan  $(p, V)$  dijagram kružnoga procesa kojemu je podvrgnut neki plin. Na kojem dijelu kružnoga procesa plin predaje toplinu okolini?

- A. 1
- B. 2
- C. 3



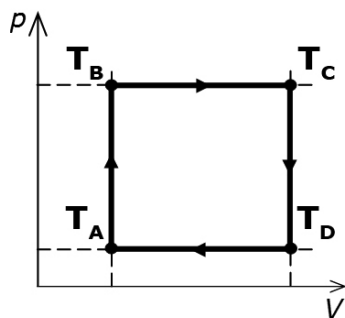
44. Idealni plin prolazi kružni proces. Na crtežu je prikazano kako se pritom mijenja tlak plina ( $p$ ) u ovisnosti o njegovu volumenu ( $V$ ). Koja od označenih temperatura ovog procesa je najniža?

A.  $T_A$

B.  $T_B$

C.  $T_C$

D.  $T_D$



45. Idealni plin prolazi kružni proces ( $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ ) prikazan na slici.

a. Na kojem se dijelu kružnoga procesa **ne vrši** rad?

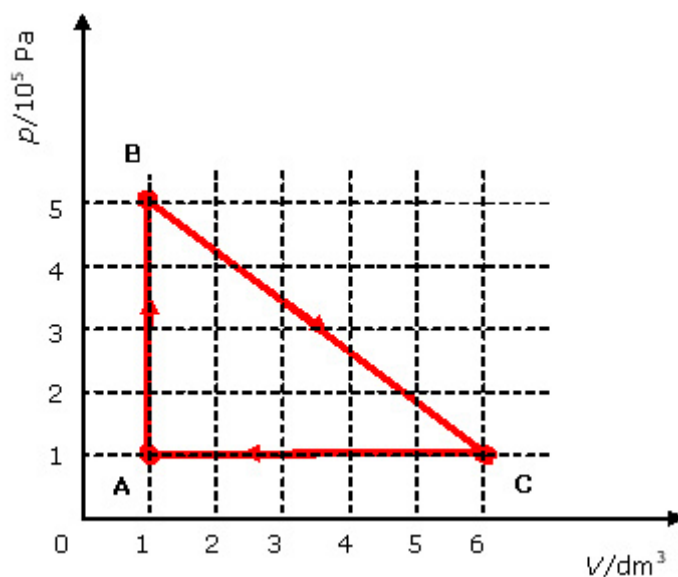
Odgovor: \_\_\_\_\_

b. Za koliko se promijeni unutarnja energija plina pri ovome kružnome procesu?

Odgovor: \_\_\_\_\_

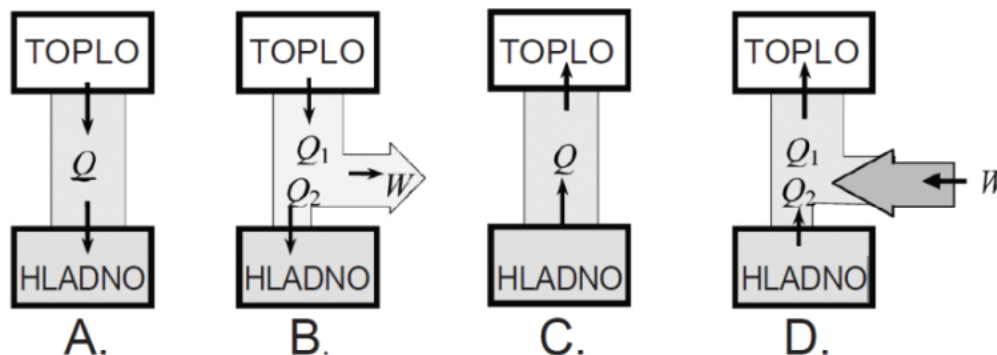
c. Izračunajte izvršeni rad.

Odgovor: \_\_\_\_\_





46. Carnotov stroj radi između dvaju toplinskih spremnika, jednog temperature  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  i drugog temperature  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kolika je korisnost tog stroja?  
Odgovor: \_\_\_\_\_
47. Carnotov stroj radi s pomoću dvaju toplinskih spremnika, jednog temperature  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a drugog temperature  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Koliki rad obavi na svakih  $10\text{ kJ}$  preuzete topline?  
Odgovor: \_\_\_\_\_
48. Potrebno je povećati korisnost idealnoga toplinskoga stroja. Može se povećati temperatura toplijega spremnika za  $\Delta T$  ili smanjiti temperatura hladnijega spremnika za isti iznos  $\Delta T$ . Koja je od navedenih tvrdnji točna?
- A. Korisnost će biti veća ako se poveća temperatura toplijega spremnika za  $\Delta T$ .  
B. Korisnost će biti veća ako se smanji temperatura hladnijega spremnika za  $\Delta T$ .  
C. Korisnost će se povećati jednako u obama slučajevima.  
D. Korisnost se ne će promijeniti zbog promjene temperature spremnika topline.
49. Toplinski stroj od toplijega spremnika primi  $2\ 500\text{ J}$  topline, od čega hladnijem spremniku prenese  $1\ 500\text{ J}$  topline. Kolika je korisnost stroja?  
A. 0,3      B. 0,4      C. 0,6      D. 0,7
50. Prikazani crteži predstavljaju različite tipove toplinskih strojeva.  $Q$ ,  $Q_1$  i  $Q_2$  su topline koje radno tijelo izmjenjuje s toplijim i hladnijim spremnikom, a  $W$  rad kojega radno tijelo vrši nad okolinom ili okolina nad njim. Koji se toplinski stroj protivi drugomu zakonu termodinamike?



**Rješenja:**

1.	59.39 m	26.	C
2.	29.82 cm	27.	3 K
3.	20.002 m, 0.007 m	28.	20 kg
4.	C	29.	0.5 kg
5.	B	30.	B
6.	A	31.	429 s
7.	B	32.	A
8.	C	33.	B
9.	C	34.	414 J
10.	D	35.	D
11.	A	36.	B
12.	C	37.	B
13.	B	38.	$-5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
14.	C	39.	$3.6 \cdot 10^4 \text{ J}$
15.	D	40.	1800 J
16.	B	41.	C
17.	A	42.	60000 J
18.	D	43.	C
19.	746 K	44.	A
20.	300 K	45.	AB, 0 J, 1000 J
21.	$1.2 \text{ m}^3$	46.	0.24
22.	A	47.	5 kJ
23.	A	48.	B
24.	A	49.	B
25.	B	50.	C