19 B

理　　科

理科は 物　理 化　学 生　物 のうち２科目を選択受験のこと。

物　理 ……１頁　化　学 ……15頁　生　物 ……37頁

解答はマークシート及び解答用紙に記入すること。

〔注　意　事　項〕

1. 監督者の指示があるまでは，この問題冊子を開かないこと。
2. マークシートは，コンピュータで処理するので，折り曲げたり汚したりしないこと。
3. マークシートに，**氏名・受験番号を記入し，科目選択・受験番号をマークする。** マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

受験番号のマーク例(3015の場合)

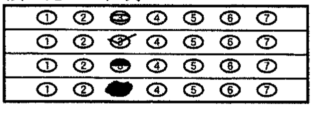
受	験	番	号
3	0	1	5
千位	百位	十位	一位
⓪	●	⓪	⓪
①	①	●	①
②	②	②	②
●	③	③	③
④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	●
⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨

4. マークシートにマークするときは，HBまたはBの黒鉛筆を用いること。**誤ってマークした場合には，消しゴムで丁寧(ていねい)に消し，消しくずを完全に取り除いたうえで，新たにマークし直す**こと。
5. 下記の例に従い，**正しくマークする**こと。

(例えば3と答えたいとき)

正しいマーク例

誤ったマーク例



○をする
Vをする
完全にマークしない
枠からはみ出す

6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが，科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
7. 解答用紙は所定の位置に記入すること。

物　理

I 以下の問題(**第1問〜第3問**)の答えをマークシートに記せ。

第1問 次の問い(**問1〜問5**)に答えよ。〔**解答番号** $\boxed{1}$ 〜 $\boxed{8}$ 〕

問1 図1は，前腕を水平に保って，手のひらに40 Nの重さのボールをもっているときの，骨と筋肉のようすを示している。これを図2のように，簡単なモデルでおきかえよう。支点はひじの関節を表し，ボールをもった前腕を棒とみなして，これを筋肉による力で支えているとする。ただし，筋肉による大きさFの力と，関節(支点)で加わる大きさRの力は，ともに鉛直方向にはたらくとする。前腕の重さを10 Nとし，ひじの関節から前腕の重心までの距離を12 cm，前腕の重心からボールをのせているところまでの距離を20 cmとすると，FとRはそれぞれいくらか。最も近い値を，下の①〜⑩のうちから一つずつ選べ。

$F = \boxed{\ 1\ }$ N

$R = \boxed{\ 2\ }$ N

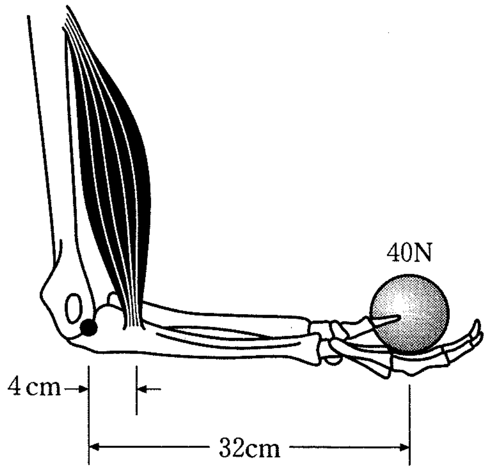


図 1

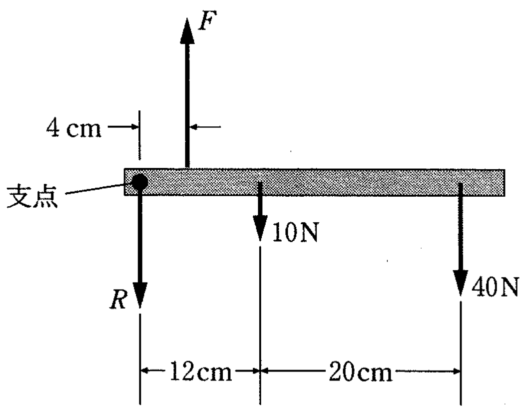


図 2

① 50	② 100	③ 150	④ 200	⑤ 250
⑥ 300	⑦ 350	⑧ 400	⑨ 450	⑩ 500

問 2　図3は，波が媒質Ⅰと媒質Ⅱの境界面で屈折するときの波の山の波面を表している。境界面にたてた垂線と，Ⅰの中の波面との角度は30°，Ⅱの中の波面との角度は60°である。媒質Ⅰの中の山の波面の間隔は5 cmで，点Pを山の波面が通過してから次の山の波面が通過するまでの時間は0.25秒であった。媒質ⅠとⅡの中での波の速さv_{I}，v_{II}はそれぞれいくらか。最も近い値を，下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，$\sqrt{3} \fallingdotseq 1.7$として計算してよい。

$v_{\mathrm{I}} = \boxed{\ \ 3\ \ }$ cm/s

$v_{\mathrm{II}} = \boxed{\ \ 4\ \ }$ cm/s

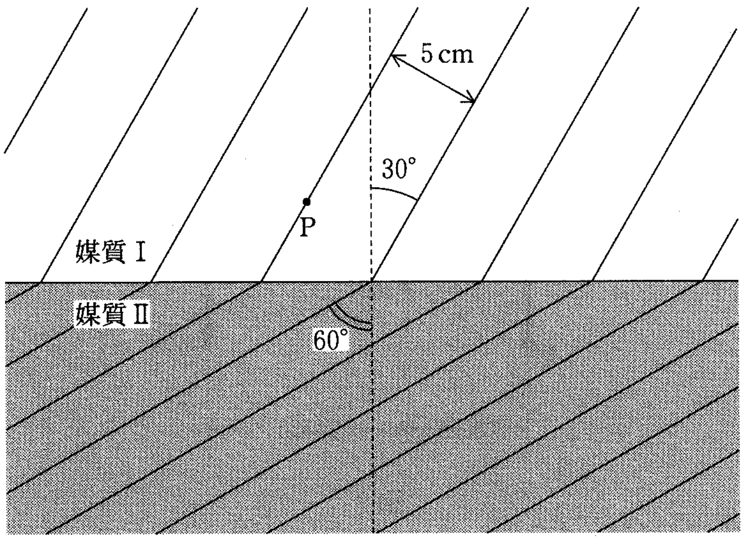


図3

①　5　②　8　③　12　④　16　⑤　20　⑥　25　⑦　30　⑧　35

問 3　通り過ぎる電車の警笛を線路のわきで聞いていると，通過する前後で音の振動数が$\dfrac{8}{9}$倍に下がった。音速を340 m/sとすると，このときの電車の速さはいくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

$\boxed{\ \ 5\ \ }$ m/s

①　5　②　10　③　15　④　20　⑤　25　⑥　30　⑦　35　⑧　40

問 4 図4のように，抵抗とコンデンサーを直列に電池につなぎ，コンデンサーを充電する。電池の電圧を V，コンデンサーの容量を C，抵抗の抵抗値を R とし，はじめコンデンサーには電気量は蓄えられていなかったとして，下の問い((a)，(b))に答えよ。

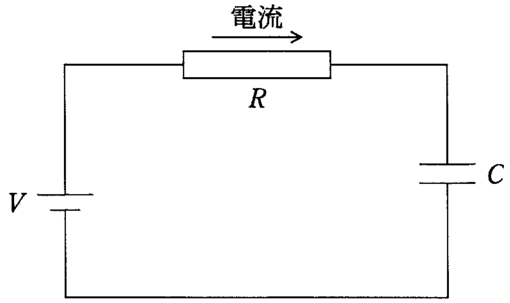


図4

(a) 充電の途中，コンデンサーに蓄えられた正の電気量が Q のときに，回路に流れている電流はどのように表されるか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 6\ }$

① $\dfrac{V}{R}$　　② $\dfrac{Q}{CR}$　　③ $\dfrac{Q}{CR}+QV$

④ $\dfrac{Q}{CR}-QV$　　⑤ $\dfrac{V}{R}+\dfrac{Q}{CR}$　　⑥ $\dfrac{V}{R}-\dfrac{Q}{CR}$

(b) じゅうぶん時間がたつと充電が完了し流れる電流が0になる。このときまでに電池がした仕事はどのように表されるか。正しいものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 7\ }$

① $\dfrac{V^2}{2R}$　　② $\dfrac{V^2}{R}$　　③ $\dfrac{1}{2}CV^2$

④ CV^2　　⑤ $\dfrac{RV^2}{2C}$　　⑥ $\dfrac{RV^2}{C}$

⑦ $\dfrac{V^2}{R}+\dfrac{RV^2}{2C}$　　⑧ $\dfrac{V^2}{R}+\dfrac{1}{2}CV^2$　　⑨ $\dfrac{1}{2}CV^2+\dfrac{RV^2}{2C}$

問 5　気体A(分子量 M_A，絶対温度 T_A)と気体B(分子量 M_B，絶対温度 T_B)があるとき，Aの分子の平均の速さ(2乗平均速度) $\sqrt{\overline{v_A^2}}$ は，Bの分子の平均の速さ $\sqrt{\overline{v_B^2}}$ の何倍か。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 8\ }$ 倍

①　$\sqrt{\dfrac{M_A}{M_B}}$　　②　$\sqrt{\dfrac{M_B}{M_A}}$　　③　$\sqrt{\dfrac{T_A}{T_B}}$　　④　$\sqrt{\dfrac{T_B}{T_A}}$

⑤　$\sqrt{\dfrac{M_A T_A}{M_B T_B}}$　　⑥　$\sqrt{\dfrac{M_B T_B}{M_A T_A}}$　　⑦　$\sqrt{\dfrac{M_B T_A}{M_A T_B}}$　　⑧　$\sqrt{\dfrac{M_A T_B}{M_B T_A}}$

第2問　図1のように真空中で，質量 m，電荷 $-e\,(e>0)$ の電子が，固定した正電荷 $q\,(>0)$ のまわりを静電気力を向心力として，半径 r の円運動をしている。円運動の向きは軌道面を x-y 平面にとると，z 軸の正の向きに右ねじが進むように回す向きとする。真空中のクーロンの法則の比例定数を k_0，透磁率を μ_0 として，下の問い(**問1**，**問2**)に答えよ。

〔**解答番号** $\boxed{\;1\;}$ ～ $\boxed{\;6\;}$ 〕

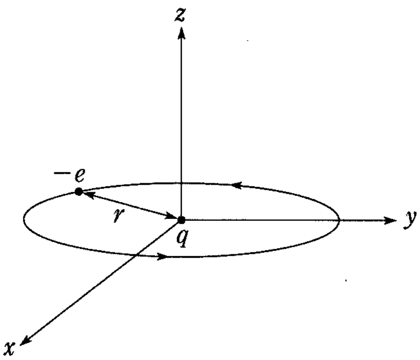


図1

問1　導体を流れる電流の大きさは，その導体の断面を単位時間に通過する電気量で定義される。電子が円運動している場合，導体はないけれども円軌道に沿って電流が流れていると考えることができる。円運動する電子がつくる円形電流が，中心の正電荷の位置につくる磁界の大きさについて，次の問い((a)～(c))に答えよ。

(a)　電流の大きさが I の半径 r の円形電流が，中心につくる磁界の磁束密度の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\;1\;}$

① $\mu_0\dfrac{I}{2r^2}$　② $\mu_0\dfrac{I}{r^2}$　③ $\mu_0\dfrac{I}{2r}$　④ $\mu_0\dfrac{I}{r}$

⑤ $\mu_0\dfrac{I}{4\pi r^2}$　⑥ $\mu_0\dfrac{I}{2\pi r^2}$　⑦ $\mu_0\dfrac{I}{4\pi r}$　⑧ $\mu_0\dfrac{I}{2\pi r}$

(b) 電子が速さ v で半径 r の円運動をしているときの，円形電流の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\boxed{2}$

① ev　　② $\dfrac{ev}{2\pi}$　　③ $\dfrac{ev}{4\pi}$

④ $\dfrac{ev}{r}$　　⑤ $\dfrac{ev}{2\pi r}$　　⑥ $\dfrac{ev}{4\pi r}$

(c) 以上の結果から，静電気力を向心力として半径 r の円運動をしている電子の速さ v がわかれば，電子が中心の正電荷の位置につくる磁界の大きさがわかる。この円運動の速さ v はどのように表されるか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{3}$

① $\sqrt{\dfrac{k_0eq}{mr}}$　　② $\sqrt{\dfrac{2k_0eq}{mr}}$　　③ $\dfrac{1}{r}\sqrt{\dfrac{k_0eq}{m}}$　　④ $\dfrac{1}{r}\sqrt{\dfrac{2k_0eq}{m}}$

⑤ $\dfrac{k_0eq}{mr}$　　⑥ $\dfrac{2k_0eq}{mr}$　　⑦ $\dfrac{k_0eq}{mr^2}$　　⑧ $\dfrac{2k_0eq}{mr^2}$

問 2 この電子に，一様な磁界を z 軸の正の向きに，磁束密度の大きさが 0 から B になるまで，単位時間あたりの変化

$$\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

を一定に保ちながらかけた。一般に，磁界が変化すると，コイル等の導体が何も存在しない真空中にも誘導電界が生じる。この誘導電界により電子は力を受け，電子の速さは変化する。このときの電子の運動について，次の問い((a)～(c))に答えよ。

(a) 磁界が変化すると，真空中の円周上には，円形コイルをこの円周上においたときと同じ誘導起電力が生じる。半径 r の円周上に生じる誘導起電力の大きさ V はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

$V = \boxed{4}$

① $\dfrac{1}{4\pi r^2}\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$　　② $\dfrac{1}{\pi r^2}\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$　　③ $\dfrac{1}{2\pi r}\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

④ $2\pi r\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$　　⑤ $\pi r^2\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$　　⑥ $4\pi r^2\dfrac{\Delta B}{\Delta t}$

(b) 半径 r の円周上の誘導起電力の大きさが V のときには，円周上すべての点で接線方向に大きさ $E = \dfrac{V}{2\pi r}$ の誘導電界があると考えてよい。電子はこの電界から力を受け，運動方程式

$$m\frac{\Delta v}{\Delta t} = eE \qquad (1)$$

にしたがって接線方向に加速される。磁束密度の大きさが B になったとき，電子の速さは磁界をかける前の速さからどれほど変化しているか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，式(1)を用いて速さの変化を計算するときには，磁界の変化にともなう半径 r の変化は無視して計算してよいものとする。 $\boxed{\ 5\ }$

① $\dfrac{eB}{4\pi^2 r^2 m}$　② $\dfrac{eB}{2\pi rm}$　③ $\dfrac{eB}{m}$

④ $\dfrac{erB}{2m}$　⑤ $\dfrac{2\pi erB}{m}$　⑥ $\dfrac{\pi r^2 eB}{m}$

(c) 磁界をかけると，電子には静電気力の他にローレンツ力もはたらく。磁束密度の大きさ B が小さいときには，静電気力とローレンツ力の合力は，半径 r を変えずに誘導電界で加速された円運動をするときの向心力と等しくなる。このときには，電子は磁界をかける前と同じ半径で円運動をするとしてよいので，速さの変化は前問(b)で与えられる。B が小さいとき，電子が円軌道の中心につくる磁束密度の変化の大きさはどれほどか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 6\ }$

① $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{16\pi^2 mr^4}$　② $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{8\pi^2 mr^3}$　③ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{4\pi mr^3}$　④ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{4\pi mr^2}$

⑤ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{2\pi mr^2}$　⑥ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{8\pi mr}$　⑦ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{2mr}$　⑧ $\dfrac{\mu_0 e^2 B}{4m}$

第3問　なめらかに動くピストンを備えた容器に，n〔mol〕の単原子分子の理想気体を入れ，その状態を変化させる。気体定数を R として，次の問い(**問1**，**問2**)に答えよ。〔**解答番号** $\boxed{\ 1\ }$ ～ $\boxed{\ 7\ }$〕

問1　体積 V_A，温度(絶対温度) T_A のはじめの状態Aから，気体を断熱変化させると，体積が $V_{A'}$，温度が $T_{A'}$ の状態A′になった。この断熱変化A→A′について，次の問い((a)～(c))に答えよ。

(a)　状態Aの気体の内部エネルギーを U_A とし，状態A′の内部エネルギーを $U_{A'}$ とするとき，この断熱過程A→A′での内部エネルギーの変化，$U_{A'} - U_A$ はいくらか。正しいものを，次の①～⑦のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 1\ }$

① $\dfrac{1}{2}nR(T_{A'} - T_A)$　② $nR(T_{A'} - T_A)$　③ $\dfrac{3}{2}nR(T_{A'} - T_A)$

④ $\dfrac{1}{2}nR(T_A - T_{A'})$　⑤ $nR(T_A - T_{A'})$　⑥ $\dfrac{3}{2}nR(T_A - T_{A'})$

⑦ 0

(b)　次に，気体が外部にする仕事を考えよう。いま，この断熱変化A→A′での温度変化がごくわずかである($|T_{A'} - T_A|$ が T_A に比べてじゅうぶん小さい)場合を考えると，体積変化の大きさ $|V_{A'} - V_A|$ も小さい。そして，気体の状態がAからA′まで変化していく間の圧力の変化も小さいことから，圧力をほぼ一定として仕事を計算してよい。この一定の値として，はじめの状態Aの気体の圧力を用いれば，この断熱変化A→A′で気体が外部にする仕事はどのように表されるか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 2\ }$

① $\dfrac{nRT_A(V_{A'} - V_A)}{2V_A}$　② $\dfrac{nRT_A(V_{A'} - V_A)}{V_A}$

③ $\dfrac{3nRT_A(V_{A'} - V_A)}{2V_A}$　④ $\dfrac{nRT_A(V_A - V_{A'})}{2V_A}$

⑤ $\dfrac{nRT_A(V_A - V_{A'})}{V_A}$　⑥ $\dfrac{3nRT_A(V_A - V_{A'})}{2V_A}$

⑦ $\dfrac{nRT_A(V_{A'} + V_A)}{2V_A}$　⑧ $\dfrac{nRT_A(V_{A'} + V_A)}{V_A}$

⑨ $\dfrac{3nRT_A(V_{A'} + V_A)}{2V_A}$

(c) 以上の結果と熱力学第1法則から，断熱変化 A→A′ での温度変化の大きさ $|T_{A'} - T_A|$ がじゅうぶん小さい場合には，

$$V_{A'} = \boxed{\quad 3 \quad} \times V_A \qquad (1)$$

が成り立ち，この関係式から，断熱膨張させると気体の温度は下がり，断熱圧縮では温度が上昇することがわかる。 $\boxed{\quad 3 \quad}$ を埋めるのに最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。

① $1 + \dfrac{T_A - T_{A'}}{3\,T_A}$　② $1 + \dfrac{T_A - T_{A'}}{2\,T_A}$

③ $1 + \dfrac{T_A - T_{A'}}{T_A}$　④ $1 + \dfrac{3(T_A - T_{A'})}{2\,T_A}$

⑤ $1 + \dfrac{2(T_A - T_{A'})}{T_A}$　⑥ $1 + \dfrac{5(T_A - T_{A'})}{2\,T_A}$

⑦ $1 + \dfrac{3(T_A - T_{A'})}{T_A}$　⑧ $1 + \dfrac{7(T_A - T_{A'})}{2\,T_A}$

問 2 こんどは，循環過程になるように状態を変化させよう。図1は，体積 V_A，温度 T_A の状態Aから出発して，A→B→C→D→A と1サイクル変化させたときの圧力と体積の関係を示したものである。状態Aから図1の直線で示す経路にそって，熱を加えながら気体をゆっくりと膨張させ，体積が V_B の状態Bにする。このとき，Bの温度は，Aの温度の λ 倍になったとしよう。次に，状態Bから断熱的に膨張させて，体積が V_C の状態Cにし，このときのCの温度の $\dfrac{1}{\lambda}$ を T_D と表すことにすると，$T_D < T_A$ である。続いて，状態Cから図1の直線で示す経路にそって，気体を冷却しながらゆっくりと圧縮し，体積が V_D，温度が T_D の状態Dにする。さらに，断熱的に圧縮して最初の状態Aにもどす。下の問い((a)～(d))に答えよ。

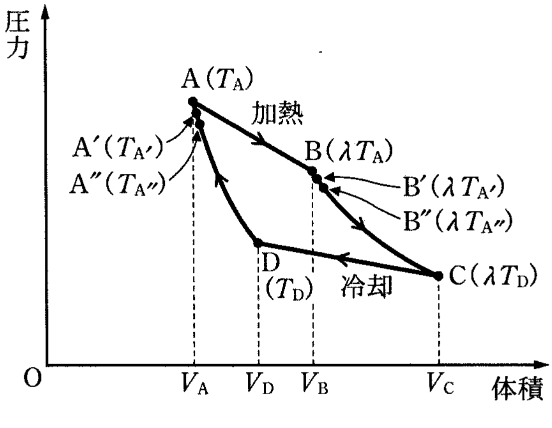


図1

(a) A→B の過程で，気体が吸収する熱量はいくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\quad 4 \quad}$

① $nRT_\mathrm{A}(\lambda-1)$　② $\dfrac{3\,nRT_\mathrm{A}}{2}(\lambda-1)$

③ $\dfrac{5\,nRT_\mathrm{A}}{2}(\lambda-1)$　④ $nRT_\mathrm{A}\left(\dfrac{V_\mathrm{B}}{V_\mathrm{A}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{A}}{V_\mathrm{B}}\right)$

⑤ $\dfrac{nRT_\mathrm{A}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{B}}{V_\mathrm{A}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{A}}{V_\mathrm{B}}+\lambda-1\right)$

⑥ $\dfrac{nRT_\mathrm{A}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{B}}{V_\mathrm{A}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{A}}{V_\mathrm{B}}+2\lambda-2\right)$

⑦ $\dfrac{nRT_\mathrm{A}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{B}}{V_\mathrm{A}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{A}}{V_\mathrm{B}}+3\lambda-3\right)$

⑧ $\dfrac{nRT_\mathrm{A}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{B}}{V_\mathrm{A}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{A}}{V_\mathrm{B}}+4\lambda-4\right)$

(b) B→C の過程で，気体が外部にする仕事はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 $\boxed{\quad 5 \quad}$

① $\dfrac{nR}{2}\lambda(T_\mathrm{A}-T_\mathrm{D})$　② $nR\lambda(T_\mathrm{A}-T_\mathrm{D})$　③ $\dfrac{3\,nR}{2}\lambda(T_\mathrm{A}-T_\mathrm{D})$

④ $\dfrac{nR}{2}\lambda(T_\mathrm{D}-T_\mathrm{A})$　⑤ $nR\lambda(T_\mathrm{D}-T_\mathrm{A})$　⑥ $\dfrac{3\,nR}{2}\lambda(T_\mathrm{D}-T_\mathrm{A})$

(c) C→D の過程で，気体が外部にする仕事はいくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\quad 6 \quad}$

① $\dfrac{3\,nRT_\mathrm{D}}{2}(\lambda-1)$　② $\dfrac{3\,nRT_\mathrm{D}}{2}(1-\lambda)$

③ $\dfrac{nR\lambda T_\mathrm{D}}{2}\left(1-\dfrac{V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}\right)$　④ $\dfrac{nR\lambda T_\mathrm{D}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}-1\right)$

⑤ $\dfrac{nRT_\mathrm{D}}{2}\left(\dfrac{\lambda V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}-\dfrac{V_\mathrm{C}}{V_\mathrm{D}}+1-\lambda\right)$　⑥ $\dfrac{nRT_\mathrm{D}}{2}\left(\dfrac{V_\mathrm{C}}{V_\mathrm{D}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}+\lambda-1\right)$

⑦ $nRT_\mathrm{D}\left(\dfrac{\lambda V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}-\dfrac{V_\mathrm{C}}{V_\mathrm{D}}+1-\lambda\right)$　⑧ $nRT_\mathrm{D}\left(\dfrac{V_\mathrm{C}}{V_\mathrm{D}}-\dfrac{\lambda V_\mathrm{D}}{V_\mathrm{C}}+\lambda-1\right)$

(d)　D→A の断熱変化の途中で，T_A よりわずかに低い温度 $T_{A'}$ の状態を A′ とする(図 1 参照)。いま，断熱変化を示す線にそって，A→A′ という変化を考えると，これは温度変化の大きさ $|T_{A'} - T_A|$ がじゅうぶん小さい断熱膨張なので，このときの体積変化を**問 1** (c)の結果を用いて表すことができる。これより，状態 A′ の体積を $V_{A'}$ とすると，式(1)が成り立つことがわかる。また，B→C の断熱変化の途中で，温度が $\lambda T_{A'}$ の状態を B′，この状態の体積を $V_{B'}$ として，断熱膨張 B→B′ を考えると，このときの温度変化の大きさ $|\lambda T_{A'} - \lambda T_A|$ はやはりじゅうぶん小さいので，式(1)と同じように考えて，

$$V_{B'} = \boxed{\quad 3 \quad} \times V_B \qquad (2)$$

となり，式(1)と式(2)から，$V_{B'} / V_{A'} = V_B / V_A$ となる。さらに，D→A の断熱変化の途中で，状態 A′ よりわずかに低い温度 $T_{A''}$ の状態を A″ とし(図 1 参照)，また，B→C の断熱変化の途中で，温度が $\lambda T_{A''}$ の状態を B″ として同様に考えると，$V_{B''}/V_{A''} = V_{B'}/V_{A'}$ となるのでこれをくり返すと，結局，

$$\frac{V_C}{V_D} = \frac{V_B}{V_A}$$

となることがわかる。この関係を利用して，A→B→C→D→A を 1 サイクルとする熱機関の効率を求めるといくらか。正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{\quad 7 \quad}$

① $\dfrac{T_D}{T_A}$　② $\dfrac{T_A - T_D}{T_A}$　③ $\dfrac{T_D}{T_A + T_D}$　④ $\dfrac{T_A - T_D}{T_A + T_D}$

⑤ $\dfrac{\lambda T_D}{T_A}$　⑥ $\dfrac{\lambda T_A - T_D}{T_A}$　⑦ $\dfrac{\lambda T_D}{T_A + T_D}$　⑧ $\dfrac{\lambda T_A - T_D}{T_A + T_D}$

Ⅱ 次の問いに答えよ。解答用紙の所定の欄には結果だけでなく考え方と途中の式も記せ。

図1のように水平面と角度 θ をなす，なめらかな斜面がある。ばね定数 k のばねの一端を斜面の上部に固定し，他端に質量 m の小球Aをつけたところ，斜面上の点Oでつりあった。小球の大きさ，ばねの質量，斜面と小球の間の摩擦および空気の抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさを g として，下の問い(**問1**，**問2**)に答えよ。

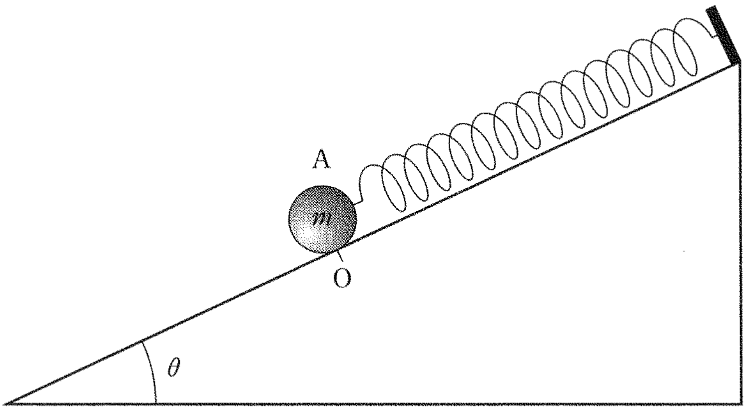


図1

問1 小球Aの斜面上の運動について，次の問い((a)，(b))に答えよ。

(a) ばねを点Oから d だけ縮め，時刻 $t=0$ で静かに放した。小球Aが最初に点Oを通過する時刻を求めよ。

(b) 小球AがOを通過するときの速さを求めよ。

問 2 小球Aがつりあいの位置Oに静止しているとき，斜面の下端の点Pで，質量mの小球Bを，斜面に沿って上向きに初速Vで打ち出し，小球Aと正面衝突させた。PとOの間の距離をL，小球Bと斜面の間の摩擦はないものとして，下の問い((a)〜(c))に答えよ。

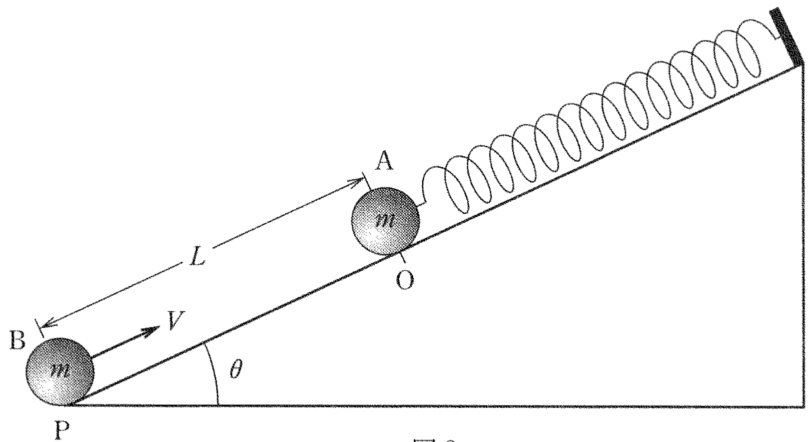


図2

(a) 小球Bが小球Aに衝突するまでの時間はいくらか。

(b) 小球AとBの間のはねかえり係数がeのとき，衝突直後の小球Aの速さを求めよ。ただし衝突は非常に短い時間で起きるので，衝突するときの重力の影響は考えなくてよい。

(c) 衝突が弾性衝突($e=1$)の場合に，小球Bが再び点Pにもどってきたときの小球Bの運動エネルギーを求めよ。ただし，小球AとBの間には2度目の衝突は起きないものとする。