

2006年度日本政府(文部科学省)奨学金留学生選考試験

QUALIFYING EXAMINATION FOR APPLICANTS FOR JAPANESE
GOVERNMENT (MONBUKAGAKUSHO) SCHOLARSHIPS 2006

学科試験 問題

EXAMINATION QUESTIONS

(学部留学生)

UNDERGRADUATE STUDENTS

物 理

PHYSICS

注意 試験時間は60分。

PLEASE NOTE : THE TEST PERIOD IS 60 MINUTES.

物 理

Nationality		No.		Marks	
Name	(Please print full name, underlining family name)				

正解を選び、正解の記号を で囲むこと。

1 以下の設問に答えよ。

- (1) 質量 m のおもりがばね定数 k のバネにつながれている。最初おもりは吊り下げられて静止している。おもりを手で支えて、ばねの長さが自然長となるまでゆっくりと持ち上げる。その過程で手によりなされた仕事はいくらか？重力の定数を g とする。

(a) $\frac{m^2g^2}{k}$ (b) $\frac{2m^2g^2}{k}$ (c) $\frac{m^2g^2}{2k}$ (d) $\frac{mg}{k}$ (e) $\frac{2mg}{k}$

(f) $\frac{mg}{2k}$ (g) kmg^2 (h) $2kmg^2$ (i) $\frac{kmg^2}{2}$

- (2) $+q$ と $-q$ の 2 つの点電荷が、図 1 のように x 軸上に距離 d だけ隔てて置かれている。点 P と 2 つの電荷の置かれている点は正 3 角形を作っている。点 P における電場の方向と強さはいくらか？クーロンの法則の比例定数を k とする。

方向 (a) A (b) B (c) C (d) D

強さ (a) $k\frac{q}{d}$ (b) $k\frac{2q}{d}$ (c) $k\frac{\sqrt{3}q}{d}$ (d) $k\frac{q}{d^2}$ (e) $k\frac{2q}{d^2}$ (f) $k\frac{\sqrt{3}q}{d^2}$

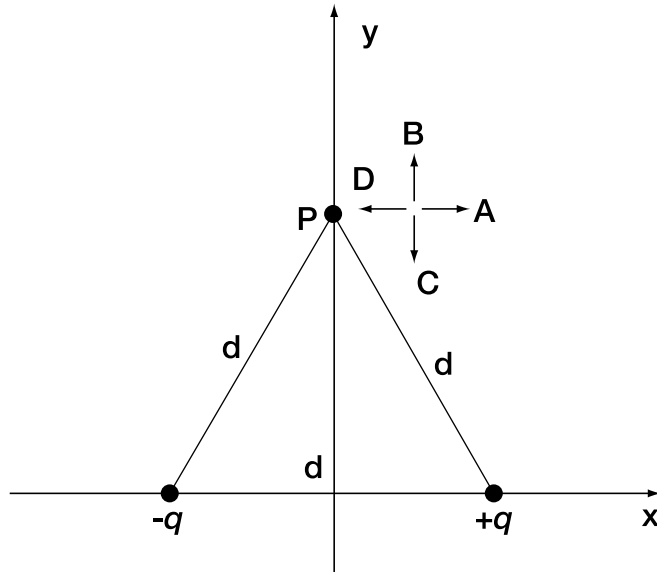


図1

(3) 縦波が正の x 方向に伝播している。ある時刻の媒質の変位を図2に示す。正の x 方向の変位は正の y の値に表されている。媒質の正の x 方向への加速度が最大となる点はどこか？

- (a) A (b) B (c) C (d) D

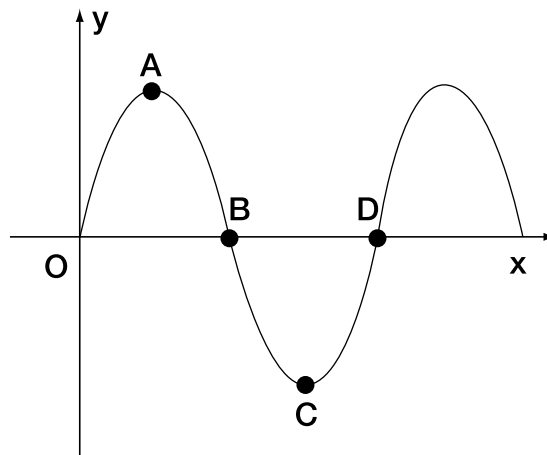


図2

(4) ${}^{238}_{92}\text{U}$ 原子核は α 崩壊と β 崩壊を起こし原子番号と質量数が変化する。これらの崩壊過程のあとで、最終的に安定な原子核はどれか？

- (a) ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ (b) ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ (c) ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ (d) ${}^{207}_{82}\text{Pb}$

2 図3に示すような、 $E=6\text{ V}$ の電池、 S_1 と S_2 の2つのスイッチ、 $R_1=4\text{ }\Omega$ と $R_2=2\text{ }\Omega$ の2つの抵抗、 $C=2\text{ }\mu\text{F}$ のコンデンサからなる電気回路を考える。電池の内部抵抗は無視できるものとする。最初スイッチは両方とも開いており、コンデンサには電荷はない。スイッチ S_1 をある時刻に閉じた。スイッチ S_1 を閉じて十分時間がたったとき、コンデンサは十分に帯電し、回路は定常になった。

- (1) スイッチ S_1 を閉じた直後に、抵抗 R_1 に流れる電流はいくらか？
 (a) 1.5 A (b) 3 A (c) 6 A (d) 12 A (e) 24 A
- (2) コンデンサ C にはどれだけの電荷が蓄えられているか？
 (a) $6\text{ }\mu\text{C}$ (b) $12\text{ }\mu\text{C}$ (c) $36\text{ }\mu\text{C}$ (d) $72\text{ }\mu\text{C}$ (e) $144\text{ }\mu\text{C}$
- (3) コンデンサが充電される間に電池がする仕事を求めよ。
 (a) $6\text{ }\mu\text{J}$ (b) $12\text{ }\mu\text{J}$ (c) $36\text{ }\mu\text{J}$ (d) $72\text{ }\mu\text{J}$ (e) $144\text{ }\mu\text{J}$
- (4) コンデンサが充電される間に抵抗 R_1 から発生する熱量を求めよ。
 (a) $6\text{ }\mu\text{J}$ (b) $12\text{ }\mu\text{J}$ (c) $36\text{ }\mu\text{J}$ (d) $72\text{ }\mu\text{J}$ (e) $144\text{ }\mu\text{J}$

スイッチ S_1 を閉じたままスイッチ S_2 も閉じた。スイッチ S_2 を閉じて十分経た後、回路は再び定常になった。スイッチ S_2 を閉じて十分経た後、コンデンサ C にはどれだけの電荷が蓄えられているか？

- (a) $4\text{ }\mu\text{C}$ (b) $6\text{ }\mu\text{C}$ (c) $12\text{ }\mu\text{C}$ (d) $24\text{ }\mu\text{C}$ (e) $36\text{ }\mu\text{C}$

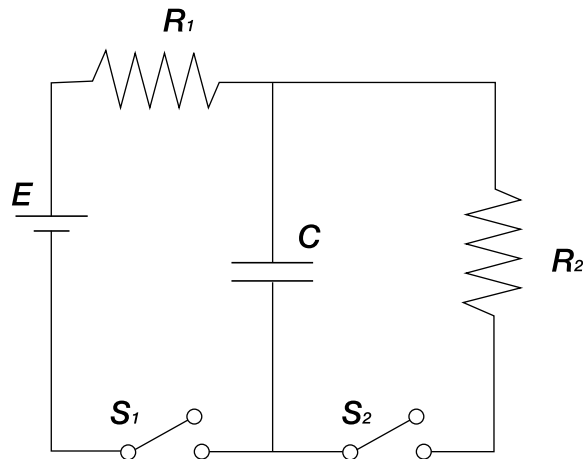


図3

3 質量 m の微小物体が半径 R の滑らかな球上を頂点 O から微小初速度 v_0 で降下し、最後に点 $P(X, Y)$ で大気中に速さ v で飛び出す。物体と球間、物体と空気間の摩擦を省略するものとする。 (x, y) をデカルト座標系とし、 y は図 4 に示すように重力方向である。点 P を規定する角度 θ は図に示す位置の場合に正とする。

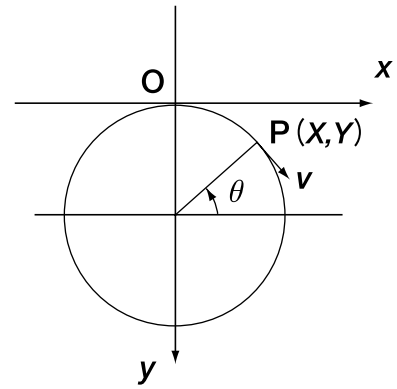


図4

(1) g が重力加速度定数を表すものとして適切なエネルギーバランス式を選べ。

- (a) $\frac{m}{2}v^2 + mgY = \frac{m}{2}v_0^2$ (b) $\frac{m}{2}v^2 + mgY = 0$ (c) $\frac{m}{2}v^2 - mgY = \frac{m}{2}v_0^2$
 (d) $\frac{m}{2}v^2 - mgY = 0$ (e) $\frac{m}{2}v^2 = \frac{m}{2}v_0^2$

(2) 適切な幾何学的関係式を選択せよ。

- (a) $\sin \theta \doteq 1$ (b) $\sin \theta = \frac{R-Y}{R}$ (c) $\sin \theta = \frac{R+Y}{R}$
 (d) $\sin \theta \doteq \frac{1}{2}$ (e) $\sin \theta \doteq 0$

(3) 点 P において次の力のバランスが成立する。

$$mg \sin \theta = m \frac{v^2}{R}$$

エネルギーバランス式から v^2 を消去すると

$$Y = C_1 R + C_2 \frac{v_0^2}{g}$$

ただし C_1 と C_2 は定数である。 C_1 に対する適切な関係式を選べ。

- (a) $C_1 < \frac{1}{3}$ (b) $C_1 = \frac{1}{3}$ (c) $\frac{1}{3} < C_1 < \frac{1}{2}$
 (d) $C_1 = \frac{1}{2}$ (e) $\frac{1}{2} < C_1$

(4) C_2 に対する適切な関係式を選べ。

(a) $C_2 < -\frac{1}{2}$ (b) $C_2 = -\frac{1}{2}$ (c) $-\frac{1}{2} < C_2 < -\frac{1}{3}$

(d) $C_2 = -\frac{1}{3}$ (e) $-\frac{1}{3} < C_2$

(5) 離れた後、どのような軌道をとるか。

(a) 直線 (一定速度) (b) 直線 (加速) (c) 放物線 (一定の速さ)

(d) 放物線 (加速) (e) 放物線 (減速)

4 1モルの空気がピストンと電気ヒーターを有する断熱された剛体容器に入れている(図5)。 p, V, T, R を空気の圧力、容積、絶対温度、普遍気体定数とする。この場合

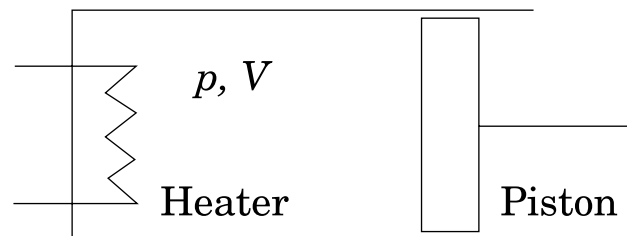


図5

$$pV = RT$$

ここで圧力が一定で温度が1 Kだけ上昇するようにヒーターから熱が加えられた場合を考える。

(1) ピストン力によりいかほどの仕事が行なわれたか。(適切なものを選択せよ。)

(a) $-R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (b) $R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (c) 0J

(d) $2R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (e) $2R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$

(2) C を空気1モル当たりの定圧比熱とすると、供給された適切な熱量はどれか。

(a) $R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (b) $-R \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (c) $C \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$

(d) $(C+R) \times 1\text{mol} \times 1\text{K}$ (e) 0J

(3) 適切な関係式はどれか。

(a) $C > R$ (b) $C = R$ (c) $R > C > 0.5R$

(d) $C = 0.5R$ (e) $0.5R > C$

