

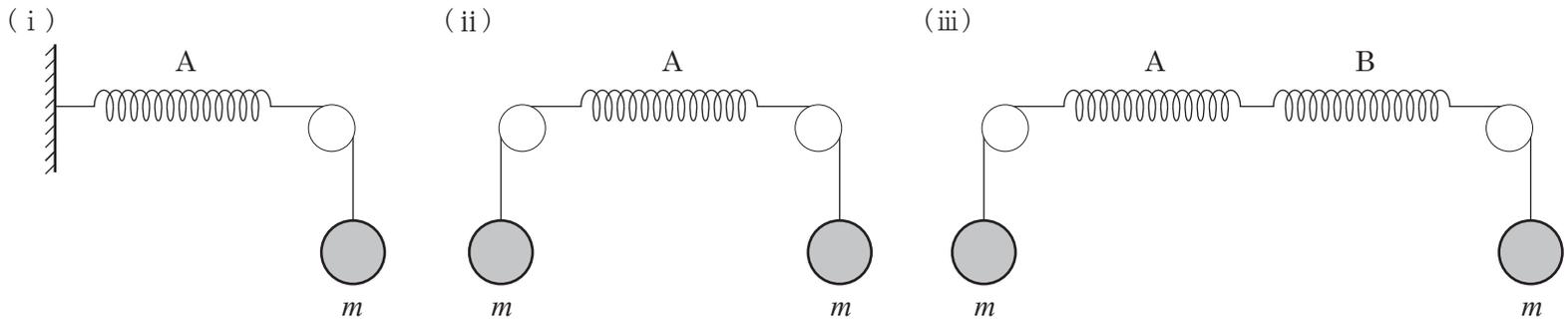
物理 [問題その1]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

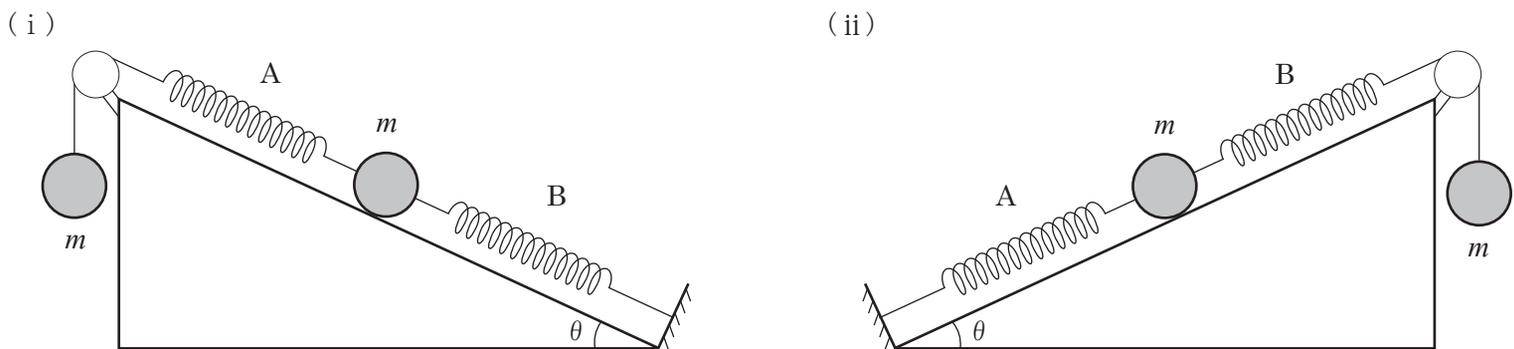
1 次の文章を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

ばね定数 k [N/m] の2つの軽いばね A, B がある。おもりの質量は m [kg] で、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。

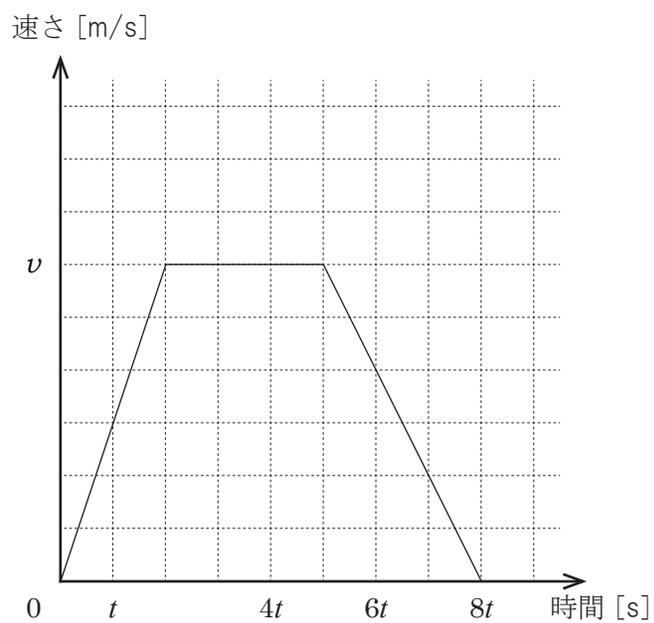
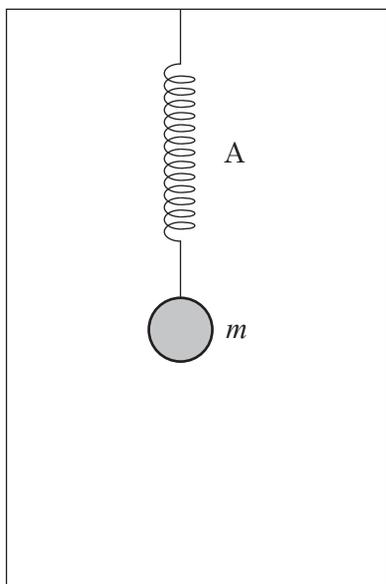
(1) 次の (i)～(iii) のように、ばね、おもり、なめらかな滑車を設置した。ばね A の伸びをそれぞれ求めよ。



(2) 次の (i), (ii) のように、ばね、おもり、滑車、斜面を設置した。滑車と斜面はなめらかであり、斜面と水平とのなす角は θ である。ばね A の伸びをそれぞれ求めよ。



(3) 次の図のように、おもりをつけたばね A がエレベーターの天井に固定されている。エレベーターが静かに上昇をはじめた。エレベーターの速さと時間の関係はグラフのようになった。上昇をはじめてから時刻 $t, 4t, 6t$ [s] のときの自然な長さからのばね A の伸びを求めよ。ただし、おもりはエレベーターに対して静止しているものとする。



物 理 [問題その 2]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

2 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

極板の面積 S [m²]、極板の間隔 d [m] の平行板コンデンサー、電圧 V [V] の電池、スイッチが図 1 のように接続されている。平行板コンデンサーの極板間は真空であり、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

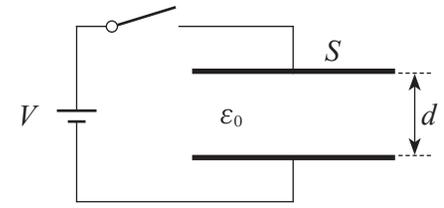


図 1

(1) スイッチを閉じて十分に時間が経過した後の、コンデンサーに蓄えられている電気量を求めよ。

図 2 のように、スイッチを閉じたまま極板間の半分を比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たし、十分に時間が経過した。

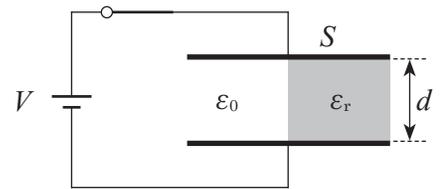


図 2

(2) コンデンサーに蓄えられている電気量を求めよ。

(3) コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

次に、図 3 のようにスイッチを開いた後、極板間の誘電体を取り除き、極板間の距離をゆっくり Δx [m] だけ引き離した。この操作の間、コンデンサーに蓄えられていた電気量には変化がなかったものとする。

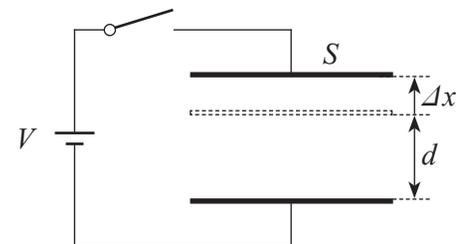


図 3

以下の問いでは、この電気量を Q [C] とする。

(4) 極板間の電位差を求めよ。

(5) コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。

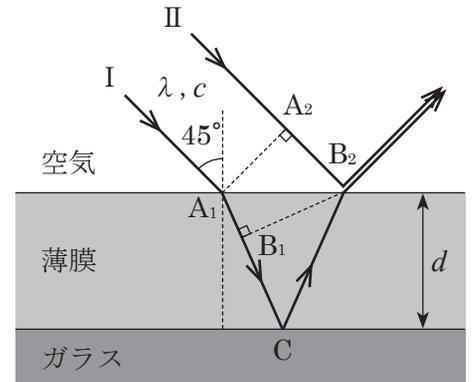
(6) 極板を引き離すときに外部から加えた仕事がコンデンサーの静電エネルギーの増加分に等しいとして、極板間にはたらく引力の大きさを Q , S , ϵ_0 を用いて表せ。

物理 [問題その3]

解答はすべて解答用紙に記入せよ。

3 次の文章を読み、(1)～(6)の問いに答えよ。

図のように、空気中を進んできた波長 λ [m] の単色光が、平面ガラス表面の厚さ d [m] の均一な薄膜に入射角 45° で入射した。このとき、空気と薄膜の境界面で屈折し、薄膜とガラスの境界面で反射する光線 I と、空気と薄膜の境界面で反射する光線 II との干渉を考える。光線 I と II は、図の点 A_1 と点 A_2 、点 B_1 と点 B_2 で、それぞれ同位相である。空気の屈折率を 1、薄膜の屈折率を $\sqrt{2}$ 、ガラスの屈折率は薄膜の屈折率より大きいとする。また、空気中の光の速さを c [m/s] とする。

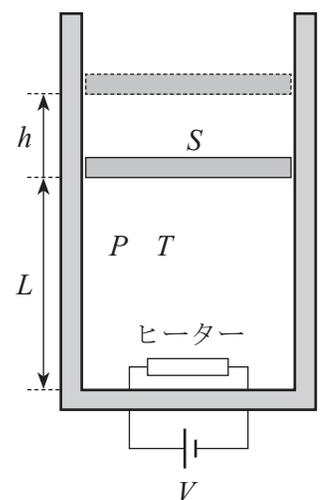


- (1) 薄膜中での光の速さを求めよ。
- (2) 薄膜中での光の波長を求めよ。
- (3) 空気中から薄膜に入射した光線 I の屈折角を求めよ。
- (4) 図中で、光線 I と光線 II の位相差をもたらす経路の差は、 $B_1C + CB_2$ である。この経路の差を、 d を用いて表せ。
- (5) 点 C における光線 I の反射と、点 B_2 における光線 II の反射について、それぞれ位相は変化するか。変化するならば「する」、変化しないならば「しない」を記せ。
- (6) $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}$ m の入射光を用いたとき、反射光が強め合う最小の d を求めよ。

4 次の文章を読み、(1)～(5)の問いに答えよ。

図のように、なめらかに動くピストンのついた断面積 S [m²] の断熱容器があり、内部には単原子分子の理想気体が入っている。気体の圧力は P [Pa]、温度は T [K] であり、容器の底からピストンの底面までの高さは L [m] である。断熱容器の底には体積の無視できるヒーターがあり、起電力 V [V] の直流電源につながれている。

ヒーターで気体を温めたところ、気体が膨張しピストンが h [m] 上に動いた。



- (1) ピストンが h [m] 上昇したときの気体の温度を求めよ。
- (2) ピストンが h [m] 上昇する間に気体がした仕事を求めよ。
- (3) ピストンが h [m] 上昇したときの内部エネルギーの変化を求めよ。
- (4) ピストンが h [m] 上昇する間にヒーターが気体に与えた熱量を求めよ。
- (5) ヒーターが気体を温めた時間が t [s] であった。ヒーターの抵抗値を求めよ。

1	(1)	(i)	$\frac{mg}{k}$ [m]	(ii)	$\frac{mg}{k}$ [m]	(iii)	$\frac{mg}{k}$ [m]
	(2)	(i)	$\frac{mg}{k}$ [m]	(ii)	$\frac{mg(1-\sin\theta)}{k}$ [m]		
	(3)	t	$\frac{m}{k}\left(\frac{v}{2t}+g\right)$ [m]	$4t$	$\frac{mg}{k}$ [m]	$6t$	$\frac{m}{k}\left(g-\frac{v}{3t}\right)$ [m]

2	(1)	$\epsilon_0 \frac{S}{d} V$ [C]	(2)	$\frac{1}{2}(1+\epsilon_r)\epsilon_0 \frac{S}{d} V$ [C]	(3)	$\frac{1}{4}(1+\epsilon_r)\epsilon_0 \frac{S}{d} V^2$ [J]
	(4)	$\frac{Q(d+\Delta x)}{\epsilon_0 S}$ [V]	(5)	$\frac{Q^2(d+\Delta x)}{2\epsilon_0 S}$ [J]	(6)	$\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$ [N]

3	(1)	$\frac{c}{\sqrt{2}}$ [m/s]	(2)	$\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$ [m]	(3)	30 [度]
	(4)	$\sqrt{3}d$ [m]	(5)	c する B ₂ する	(6)	$\sqrt{6} \times 10^{-7}$ [m]

4	(1)	$\frac{L+h}{L} T$ [K]	(2)	PSh [J]	(3)	$\frac{3}{2} PSh$ [J]
	(4)	$\frac{5}{2} PSh$ [J]	(5)	$\frac{2V^2 t}{5PSh}$ [Ω]		