

物理【問 2】	第 1 志望 コース		受験 番号
---------	---------------	--	----------

- (1) 図 1 のように、剛体滑車とバネを利用した錘（おもり）の振動について考える。滑らかな水平軸 O をもつ慣性モーメント I [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]、半径 a [m] の剛体滑車に質量の無視できる糸をかけて、糸の一端に質量 m [kg] の錘を取り付け、もう一端に質量の無視できるバネ定数 k [N/m] のバネを取り付けた。バネの另一端は床に固定され、糸と滑車とは滑ることがなく、また、糸は伸び縮みやたわみがなく、錘は鉛直軸上のみで移動するものとする。時刻 t [s] におけるバネの自然長からの伸びを $x(t)$ [m]、剛体滑車の回転角を時計回りの方向に $\theta(t)$ [rad] とする。バネに働く糸の張力を T_1 [N]、錘に働く糸の張力を T_2 [N] とする。錘の重力は mg [N] で、 g [m/s^2] は重力加速度である。以下の問に答えなさい。

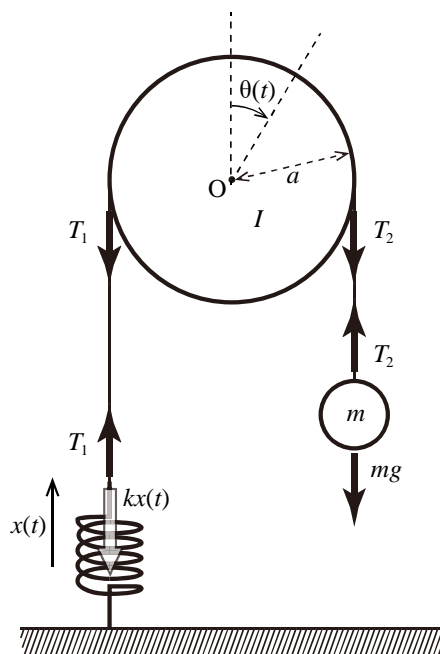


図 1 剛体滑車とバネを利用した錘の振動

- (a) 剛体滑車の慣性モーメント I が無視できるとき、錘の振動の周期を求めなさい。
- (b) 剛体滑車の回転の運動方程式を I 、 a 、 T_1 、 T_2 、 t 、 $\theta(t)$ を用いて表しなさい。
- (c) 剛体滑車の質量が M [kg] で、その慣性モーメントが $I = \frac{1}{2}Ma^2$ と表せるとき、錘の振動の周期を求めなさい。
- (d) 空気抵抗などの影響で、錘に錘の速度 v [m/s] に比例する減衰力 $-bv$ [N] が加わるとき、錘が減衰振動するための条件を求めなさい。 b は減衰係数である。なお、剛体滑車の慣性モーメントは I を用いなさい。

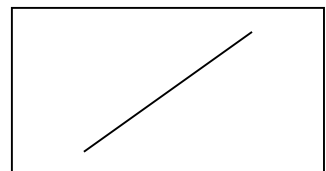
以下に記入すること

(a)

(b)

(c)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(d)

以下に記入すること

物理【問 2】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(2) 以下の間に答えなさい。

- (a) 熱力学における熱の仕事当量について 50 字程度で説明しなさい。
- (b) ある閉じた系になされた仕事を W 、系に熱として輸送されたエネルギーを Q 、その結果起こる内部エネルギーの変化を ΔU として、熱力学の第一法則を数学的な形で表しなさい。
- (c) 熱力学の第二法則のトムソン（ケルビン）の原理とクラウジウスの原理を説明しなさい。また、普段の実生活において、トムソンの原理とクラウジウスの原理が表れている現象の具体例を、それぞれ一つ示しなさい。
- (d) カルノーサイクルを構成する四つの可逆過程を答えなさい。
- (e) 理想気体に対するカルノーサイクルを、圧力 (P) を縦軸に、体積 (V) を横軸にとって図示しなさい。
- (f) (e)で示したカルノーサイクルで囲まれた領域の面積が表す物理量を答えなさい。
- (g) 以下の文章中の () に入る二桁の整数を答えなさい。
 「カルノー機関が 300°C の高熱源と 150°C の低熱源の間で働くとき、その熱効率は () % である。」

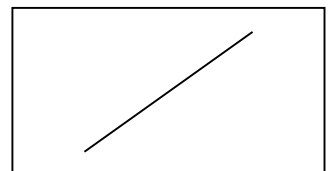
以下に記入すること

(2)

(a)

(b)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(c)

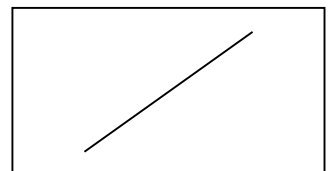
(d)

以下に記入すること

(e)

(f)

(g)



物理【問 2】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(3) 以下の問に答えなさい。

(a) 2本の非常に長い導線 a 、 b が距離 d [m] だけ離れて平行に置かれている。導線 a 、 b にそれぞれ電流 i_a [A] と i_b [A] が反対方向に流れている。透磁率を μ_0 [T·m/A] として、以下の問に答えなさい。

- (i) 導線 b 上の微小要素 ds によって任意の距離 r [m] にある点 P に作られる微小磁場 dB [T] を求めなさい。ここで、微小要素 ds と微小要素と点 P を結ぶ線のなす角を θ としなさい。
- (ii) (i) で求めた微小磁場 dB を積分することによって、導線 b に流れる電流によって導線 a 上に作られる磁場の大きさ B_b [T] を求めなさい。
- (iii) (ii) で求めた磁場 B_b によって導線 a 上の長さ L [m] の領域に働く力の大きさ F_{ab} [N] を求めなさい。このとき、その力の向きも併せて答えなさい。

(b) 図 1 に示すような断面の同軸円筒からなる長さ L [m] の円筒キャパシターがある。内円筒の外径が r_1 [m]、外円筒の内径が r_2 [m]、内円筒の外表面は正、外円筒の内表面は負に帯電している。その電荷の大きさは同じ q [C] であるとする。このとき、 $L \gg r_2$ であるため、円筒端部のエッジ効果は無視できるものとする。真空の誘電率を ϵ_0 [C²/N·m²] として、以下の問に答えなさい。

- (i) 円筒間が真空であるとき、円筒キャパシターの電気容量 C [F] を求めなさい。
- (ii) 図 2 のように内円筒と外円筒の間の空間の外側（斜線部）を比誘電率 κ の誘電体で満たしたとき、このときの内円筒外表面と外円筒内表面の間の電位差 V [V] を求めなさい。

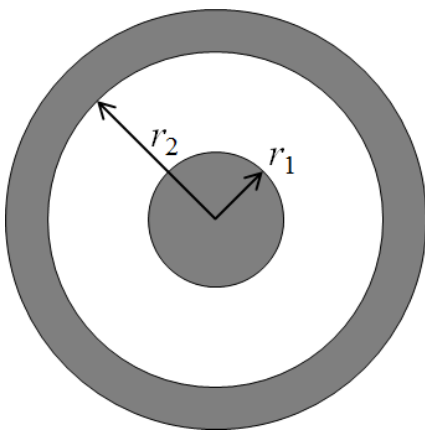


図 1 円筒キャパシター断面

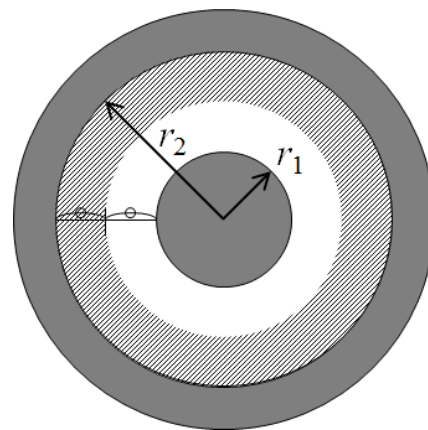


図 2 内空間外側を誘電体（斜線部）で満たした円筒キャパシター断面

以下に記入すること

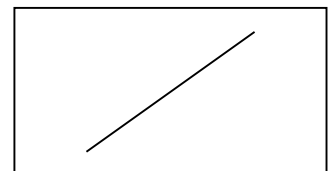
(3)

(a)(i)

(ii)

(iii)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)(i)

(ii)

以下に記入すること
