帝京大学

2025 年度　一般選抜　物理

物理①

（2 科目　120 分）

1 図 1 のように，人体の歩行は足の振り子運動の繰り返しと考えることができる。左足と右足でそれぞれ半周期の振り子運動を行うのが 1 サイクルであり，その間に歩幅 A［m］の 2 倍の距離だけ進む。ここでは，図 2 のように足を質量 m［kg］，長さ L［m］の単振り子と考えて，歩行について分析する。最下点 O を原点としたおもりの水平方向の変位を x［m］とし，そのときの振れ角を θ［rad］とする。水平方向の変位の振幅は歩幅と同じ A［m］である。重力加速度の大きさを g［m/s^2］とし，θ は十分に小さく $\sin\theta \fallingdotseq \tan\theta \fallingdotseq \theta$ が常に成り立つものとして，以下の問いに対する答えとして適当なものを選択肢から選びなさい。

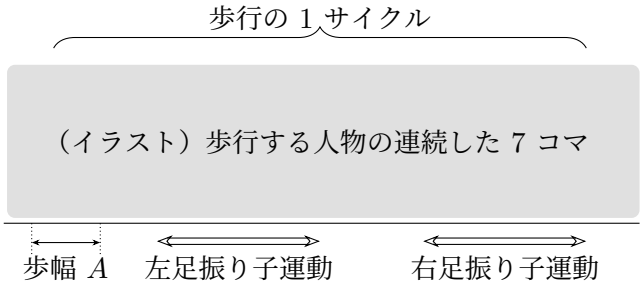


図 1

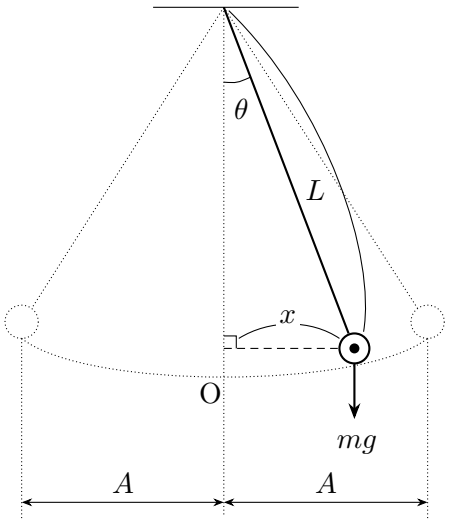


図 2

(1) 単振り子の周期として最も適切なものはどれか。

[1] [s]

① $\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　② $\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　③ $2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　④ $\sqrt{\dfrac{g}{L}}$　⑤ $\pi\sqrt{\dfrac{g}{L}}$　⑥ $2\pi\sqrt{\dfrac{g}{L}}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{m}{g}}$　⑧ $\pi\sqrt{\dfrac{m}{g}}$　⑨ $2\pi\sqrt{\dfrac{m}{g}}$

(2) 単振り子の最大の速さとして最も適切なものはどれか。

[2] [m/s]

① $A\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　② $\pi A\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　③ $2\pi A\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　④ $A\sqrt{\dfrac{g}{L}}$　⑤ $\pi A\sqrt{\dfrac{g}{L}}$

⑥ $2\pi A\sqrt{\dfrac{g}{L}}$　⑦ $A\sqrt{\dfrac{m}{g}}$　⑧ $\pi A\sqrt{\dfrac{m}{g}}$　⑨ $2\pi A\sqrt{\dfrac{m}{g}}$

ここで，$m = 10\,\mathrm{kg}$，$L = 50\,\mathrm{cm}$，$A = 90\,\mathrm{cm}$，$g = 9.8\,\mathrm{m/s^2}$，$\pi = 3.14$，$1\,\mathrm{cal} = 4.2\,\mathrm{J}$ とする。また，必要があれば，次の平方根の値を使用せよ。

$$\sqrt{2} = 1.41, \quad \sqrt{3} = 1.73, \quad \sqrt{9.80} = 3.13$$

(3) 単振り子の周期は何 s か。有効数字 2 桁で答えなさい。

[3] . [4] $\times 10^{[\ 5\ ]}$ s

(4) 単振り子の速さの最大値は何 m/s か。有効数字 2 桁で答えなさい。

[6] . [7] $\times 10^{[\ 8\ ]}$ m/s

(5) 単振り子の運動エネルギーの最大値は何 J か。有効数字 2 桁で答えなさい。

[9] . [10] $\times 10^{[\ 11\ ]}$ J

(6) 足の筋肉は，歩行 1 サイクルあたり，(5) で求めた最大運動エネルギーを加速により 2 回生成する仕事をし，減速により 2 回失う仕事をする。すなわち，歩行 1 サイクルあたり (5) の最大運動エネルギーの 4 倍の仕事が行われる。1 万歩，すなわち歩行 5000 サイクルあたりに足の筋肉が行う仕事は何 kcal か。有効数字 2 桁で答えなさい。

$\boxed{12}.\boxed{13}\times 10^{\boxed{14}}$ kcal

空欄 $\boxed{3}$〜$\boxed{14}$ に記入する数字の選択肢：

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

2 次の問いについて (1)，(3)〜(6) は空欄に最も適切なものを各空欄に対応する選択肢から選び，(2)，(7) は記述解答用紙に記入しなさい。

断面積 S，高さ l の円柱状の木片を水槽の水に浮かべる。木片は水中を抵抗がなくなめらかに運動し，水面の揺れや表面張力は無視する。また，すべての運動は鉛直方向のみと考え，横揺れや回転運動などはしないものとする。水の密度を ρ，木片の密度を $\dfrac{1}{4}\rho$，重力加速度の大きさを g とする。ただし水槽は木片より十分大きいとする。

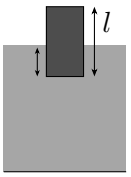


図 1

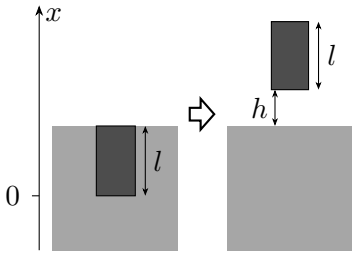


図 2

図 1 のように木片が静止していた。

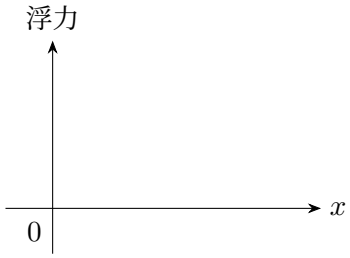
(1) 水面から木片の底面までの深さを次の①〜⑨のうちから一つ選び，答えなさい。 $\boxed{1}$

① $\dfrac{1}{8}l$　② $\dfrac{1}{4}l$　③ $\dfrac{1}{2}l$　④ $\dfrac{3}{4}l$　⑤ l　⑥ $\dfrac{5}{4}l$　⑦ $\dfrac{3}{2}l$　⑧ $2l$　⑨ $4l$

次に，図 2 のように木片の上面が水面と同じになるまで押し下げ，はなした。すると木片は水面から完全に飛び出し，水面から木片の底面までの高さが h になるまで上昇した。位置について，鉛直上向きに x 軸をとり，木片の上面が水面と同じになるときの木片の底面を 0 とする。

(2) この間の浮力の変化を，記述解答欄のグラフに示せ。

（注）解答欄には次の座標軸が与えられている。



(3) この間に浮力がした仕事を次の①～⑨のうちから一つ選び，答えなさい。 2

① $\frac{1}{4}\rho Sl^2g$　② $\frac{1}{2}\rho Sl^2g$　③ $\frac{3}{4}\rho Sl^2g$　④ ρSl^2g　⑤ $\frac{5}{4}\rho Sl^2g$　⑥ $\frac{3}{2}\rho Sl^2g$

⑦ $2\rho Sl^2g$　⑧ $3\rho Sl^2g$　⑨ $4\rho Sl^2g$

(4) 高さ h を次の①～⑨のうちから一つ選び，答えなさい。 3

① $\frac{1}{4}l$　② $\frac{1}{2}l$　③ $\frac{3}{4}l$　④ l　⑤ $\frac{5}{4}l$　⑥ $\frac{3}{2}l$　⑦ $2l$　⑧ $3l$　⑨ $4l$

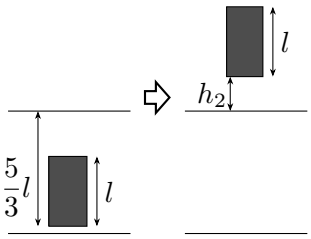


図 3

最後に，図 3 のように木片の底面が液面に平行なまま，その底面が液面より $\frac{5}{3}l$ だけ下の位置になるまで沈める。そして木片からはなした。すると木片は水面から完全に飛び出し，水面から木片の底面までの高さが h_2 になるまで上昇した。

(5) 木片全体が完全に水中にある間の木片の運動の加速度を次の①～⑨のうちから一つ選び，答えなさい。ただし，上向きを正の向きとする。 [4]

① $\frac{1}{4}g$ ② $\frac{1}{2}g$ ③ $\frac{3}{4}g$ ④ g ⑤ $\frac{5}{4}g$ ⑥ $\frac{3}{2}g$ ⑦ $2g$ ⑧ $3g$

⑨ $4g$

(6) 木片の上面が水面に到達したとき木片の速さを次の①～⑨のうちから一つ選び，答えなさい。

[5]

① $\frac{1}{2}\sqrt{gl}$ ② $\sqrt{\frac{gl}{2}}$ ③ $\frac{1}{2}\sqrt{3gl}$ ④ $\sqrt{gl}$ ⑤ $\frac{1}{2}\sqrt{5gl}$

⑥ $\sqrt{\frac{3gl}{2}}$ ⑦ $\frac{1}{2}\sqrt{7gl}$ ⑧ $\sqrt{2gl}$ ⑨ $2\sqrt{gl}$

(7) 高さ h_2 を求め，記述解答欄に記入せよ。

3 下記は顕微鏡の光学の解説である。空欄に適当な数字を入れること。

数値で回答する場合は，数字を下記から選びなさい。

①1　②2　③3　④4　⑤5　⑥6　⑦7　⑧8　⑨9

⓪0

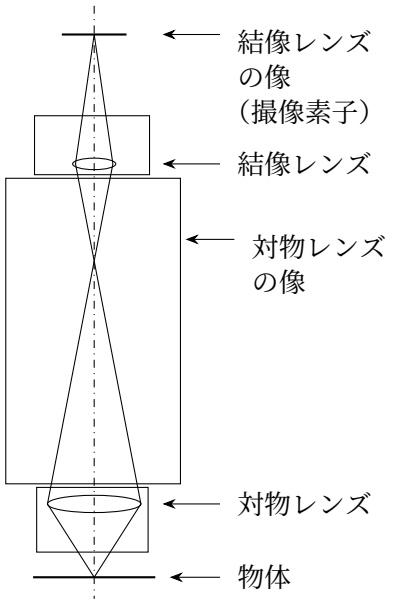
顕微鏡を設計してみよう。物体を凸レンズで結像し，その像を再度凸レンズで撮像素子上に結像するタイプの顕微鏡を考える。前者のレンズを対物レンズ，後者のレンズを結像レンズと呼ぶことにする。

顕微鏡では対物レンズを交換することにより，倍率を変更して観察する。このために，物体とその対物レンズの像までの距離は一定である。ここで，物体から対物レンズの像までの距離を 220 mm とする。今回の設計では，まず 10 倍の対物レンズでの構成を考えたい。対物レンズの像の大きさが物体の 10 倍になるためには，物体から対物レンズまでの距離を

[1].[2][3]×10[4] mm に，対物レンズから像までの距離を

[5].[6][7]×10[8] mm にする必要があり，このとき対物レンズの焦点距離は

[9].[10][11]×10[12] mm になる。



次に，結像レンズの倍率は 2 倍としたい。結像レンズの焦点距離を 30 mm とすると，この結像レンズを対物レンズの像から

[13].[14][15]×10[16] mm 上に配置すれば，対物レンズの像が撮像素子上に 2 倍で結像する。

このようにして設計された顕微鏡の総合倍率（物体が撮像素子上で何倍に写るか）は

17 . 18 19 ×10^20 になる。これにより，今回使用した撮像素子の受光面のサイズが一辺 4 mm の正方形であったことから，物体の上での見える範囲は一辺が

21 . 22 23 ×10^−24 mm の正方形になる。

物理②

（2 科目　120 分）

1 放射性物質であるヨウ素-131（$^{131}_{53}\mathrm{I}$）の原子核は半減期 8.02 日で崩壊し，崩壊するとキセノン-131（$^{131}_{54}\mathrm{Xe}$）となる。その際，606 keV の運動エネルギーをもった β 線と，364 keV のエネルギーをもった γ 線が主に放出される。電気素量を $e = 1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ として，以下の設問に答えなさい。ただし，(1)〜(3)，(5)，(6) は選択肢の中から最も適切なものを選びなさい。

(1) ヨウ素-131 の放射性崩壊の種類として，正しいものはどれか答えなさい。

1

空欄 1 の選択肢：

①α 崩壊　②β 崩壊　③γ 崩壊

(2) ヨウ素-131 の原子核の数が，はじめの $\frac{1}{16}$ になるまで何日かかるか。有効数字 3 桁で答えなさい。

2 3 . 4 日

(3) エネルギー 364 keV は何 J か。有効数字 3 桁で答えなさい。

5 . 6 7 ×10^− 8 9 J

ヨウ素-131 は甲状腺癌の治療に用いられることがある。その際，ヨウ素-131 を投与された患者だけでなく，その介護者も放射線を浴びるので注意を要する。そこで，図 1 のようなモデルを考えて，介護者が浴びる放射線の量を見積もることにする。放射性物質の放射能の強さ（1 秒間に崩壊する原子核の数）を I［Bq］とする。放射性物質から R［m］離れた場所にいる介護者を，幅 x［m］，高さ y［m］，質量 W［kg］の長方形の板とみなしたとき，エネルギー E［J］の放射線を時間 t［s］だけ浴びたときの吸収線量（物質 1 kg あたりに吸収されるエネルギー）は，次式で近似計算できる。

$$\frac{E \cdot I \cdot x \cdot y \cdot t}{4\pi R^2 \cdot W}\ [\mathrm{Gy}]$$

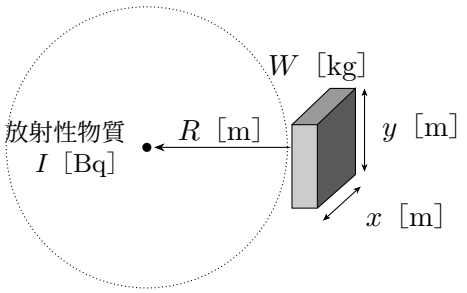


図 1

放射線の種類	放射線加重係数 w_R
γ 線，X 線，β 線	1
陽子線	2
α 線，重イオン	20

表 1

さらに等価線量（放射線の人体に対する影響）は，表 1 に示すように放射線の種類によって決まる放射線加重係数を w_R としたとき，次式で近似計算できる。

$$w_R \cdot \frac{E \cdot I \cdot x \cdot y \cdot t}{4\pi R^2 \cdot W}\ [\mathrm{Sv}]$$

(4) 等価線量（単位 Sv）の単位名をカタカナで記述解答用紙に記入しなさい。

(5) ヨウ素-131 を投与された $I = 100\,\mathrm{MBq}$ の患者を，$x = 0.400\,\mathrm{m}$，$y = 1.70\,\mathrm{m}$，$W = 70.0\,\mathrm{kg}$ の人が，$R = 1.00\,\mathrm{m}$ の距離において $t = 1.00$ 時間介護した。この介護者が浴びた放射線は，エネルギー 364 keV の γ 線のみとする。また，放射能の強さ I は，この介護期間中に一定とする。この介護者の等価線量は何 Sv か。$\pi = 3.14$ として，有効数字 2 桁で答えなさい。

10 . 11 $\times 10^{-}$ 12 Sv

(6) (5) で計算した等価線量が人体へ及ぼす影響として，最も適切なものを表 2 の①～⑥から選び答えなさい。

13

等価線量	身体への影響・具体的事例
① 1 Sv 以上	高い健康被害のリスク
② 100 mSv 以上，1 Sv 未満	低い健康被害のリスク
③ 10 mSv 以上，100 mSv 未満	Computer Tomography（CT）検査
④ 1 mSv 以上，10 mSv 未満	胃の X 線検診
⑤ 0.1 mSv 以上，1 mSv 未満	東京～ニューヨーク間往復の飛行機搭乗
⑥ 0.01 mSv 以上，0.1 mSv 未満	胸の X 線検診

表 2

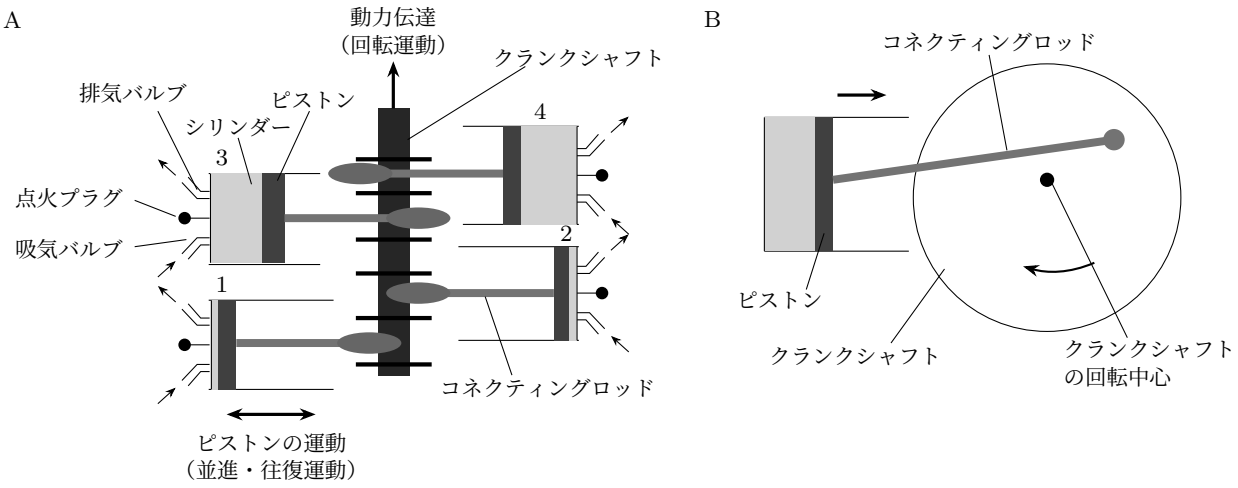
空欄 2 ～ 13 に記入する数字の選択肢：

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

2 下記の文を読んで空欄 1 ～ 7 を適切に埋めよ。ただし 1 ～ 6 は選択肢の中から最も適切なものを選び答えなさい。 7 は記述解答用紙に記入しなさい。本設問における有効数字は 3 桁とし，重力加速度の大きさは $9.80\,\mathrm{m/s^2}$，円周率 π には 3.14 を用いよ。

ガソリンエンジンの四過程サイクルは，吸気過程，圧縮過程，燃焼過程，排気過程から成り立っている。図にその概要を示す。吸気過程では，ピストンがシリンダー内で下降し，吸気バルブが開いて混合気（燃料と空気の混合物）がシリンダー内に引き込まれる。圧縮過程では，クランクシャフト側から受ける力によってピストンが上昇し，吸気バルブと排気バルブが閉じて混合気を圧縮する。燃焼過程では，圧縮された混合気が点火プラグにより点火され，爆発的に燃焼して高圧のガスが発生し，ピストンを強制的に下降させる。排気過程では，ピストンが再び上昇し，排気バルブが開いて燃焼後の排気ガスをシリンダー外に排出する。その後，再び吸気過程へと移る。図に示した例は四気筒（4 つのピストンから構成される）エンジンの場合で，各ピストンがそれぞれ上述の四過程を 1 サイクルとして運動する。各ピストンの点火のタイミングは少しずつずらしてあり，4 つのピストンが順次燃焼過程を経るように調整されている。このようにして得られたピストンの往復運動を，コネクティングロッドとクランクシャフトを介して回転運動に変換することができる。図のエンジンでは，4 つのシリンダーが一つの過程を経るごとに，クランクシャフトが 180° 回転する。



（A）各シリンダーにはシリンダー番号を記した。上記では $1 \to 3 \to 2 \to 4$ の順に点火プラグが作動する（1 は点火前の混合気が圧縮された状態）。

（B）クランクシャフトを回転軸方向から見た模式図。図のように，ピストンとクランクシャフトはコネクティングロッドを介して接続され，ピストンの並進運動がクランクシャフトの回転運動に変換される。図には 4 つのピストンのうち 1 つを記した。

図

こうしたガソリンエンジンの熱力学的性質は，理想的なオットーサイクルに近似して考えることができる。理想的なオットーサイクルとは，断熱圧縮，等積加熱，断熱膨張，等積冷却の 4 つの過程から成り立つサイクルである。断熱圧縮では吸入した混合気が圧縮されることで温度と圧力が上昇するが，外部との熱交換はない。等積加熱では点火プラグによって混合気が燃焼し，シリンダー内の体積は一定のままで圧力が急激に上昇する。断熱膨張では高圧ガスがピストンを押し下げて膨張し，外部に仕事を行うが，外部との熱交換はない。等積冷却では排気バルブが開いて排気が行われる際，シリンダー内の体積は一定のままで圧力が低下する。

理想的なオットーサイクルにおける断熱圧縮を考える。圧縮比 R が 10.0 であり，初期状態（断熱圧縮が始まる直前）でのシリンダー内の気体の温度は $T_1 = 300$［K］とした時，断熱圧縮後の気体の温度 T_2 は以下の式で求められる：

$$T_2 = T_1 R^{\gamma - 1}$$

ただし，上式において空気の比熱比 $\gamma = 1.40$ とする。このとき，圧縮後の温度 T_2 は［ 1 ］［K］と求められる。また，ガソリンエンジンの効率 η は，オットーサイクルの理論効率によって近似され，圧縮比 R を用いて以下の公式により算出される：

$$\eta = 1 - \frac{1}{R^{\gamma - 1}}$$

したがって，圧縮比 $R = 10.0$ の場合の効率 η は［ 2 ］となる。ただし，計算に必要な場合は $10^{\frac{1}{5}} = 1.58489\cdots$ を用いてよい。

4 つのシリンダーからなるガソリンエンジンの排気量の合計が 2.00×10^3［cm^3］であり，各シリン

ダーの排気量が等しいとき，シリンダー 1 つあたりの排気量は［ 3 ］［cm^3］となる。ただし，排気量とはシリンダー内でピストンが往復する空間の体積であり，シリンダー内の体積とおおよそ等しい（実際には，圧縮比を保つ都合などでピストンはシリンダーの最上部まで完全には上昇し切らないので，厳密には両者は一致しない）。このエンジンを回転数（クランクシャフトの回転数）が 6.00×10^3［回転/分］となるように運転したとき，1 秒間に各シリンダーは［ 4 ］サイクル（ある吸気過程の始まりから次の吸気過程の始まりまでを 1 サイクルとする）を完了する。

また，排気量の合計が 2.46×10^3［cm^3］で，排気量の等しい 4 つのシリンダーからなるガソリンエンジンの場合，シリンダーの内径を 9.95［cm］とすると，1 サイクルの間に 1 つのピストンが移動する道のりは［ 5 ］［cm］である。ただしシリンダーは円筒形をしていると考えてよい。

ガソリンエンジンの特性を評価するための有用な指標として，トルクと馬力を用いることがある。トルクは，コネクティングロッドからクランクシャフトに働く力の大きさ（単位は N）と，クランクシャフトの回転中心と力の作用線との距離（単位は m）の積として定義される。一方，馬力は 1 秒間あたりにエンジンが外部に行う仕事量で，ガソリンエンジンの特性を表すもう一つの重要な指標である。エンジンの馬力 P は，トルクとエンジンの回転数を用いて計算することができる。6.00×10^3［回転/分］で運転されているエンジンのトルクが 250［N·m］であるとすると，クランクシャフトの回転中心と力の作用点との距離を r_c として，このエンジンがクランクシャフトに与える力 F は，

$$F = \frac{250}{r_c}\ [\mathrm{N}]$$

と表される。これを用いると，このエンジンが 6.00×10^3 回転/分で運転されているときの馬力 P は，

$$P = \frac{F \times 2\pi r_c \times N_R}{60.0 \times 1.00 \times 10^3}\ [\mathrm{kW}]$$

によって［ 6 ］［kW］と求めることができる。ここで，N_R はエンジン回転数（クランクシャフトの回転数）［回転/分］である。また，馬力を表すのに用いられる単位には kW の他に ps（「馬の力」を表すドイツ語 Pferdestärke からきている）もあり，1 ps は「質量 75.0 kg の物体を 1 秒間で 1 m 持ち上げるときの仕事率」と定義される。従って上記のエンジンの馬力は［ 7 ］［ps］である。

1 の選択肢：［ 1 ］

①$1.53 \times 10^2$　②$4.30 \times 10^2$　③$7.54 \times 10^2$　④$9.42 \times 10^2$

⑤$1.24 \times 10^3$　⑥$1.59 \times 10^3$

2 の選択肢：［ 2 ］

①0.151　②0.375　③0.438　④0.570　⑤0.602　⑥0.998

3 の選択肢：［ 3 ］

①250　②500　③1000　④1250　⑤2000　⑥0.500

4 の選択肢：[4]

① 25.0　② 50.0　③ 100　④ 250　⑤ 500　⑥ 2000

5 の選択肢：[5]

① 1.98　② 7.91　③ 15.8　④ 31.7　⑤ 63.3　⑥ 127

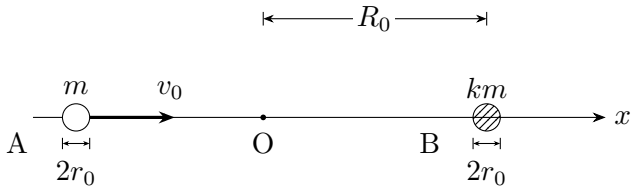
6 の選択肢：[6]

① 7.85　② 15.7　③ 78.5　④ 157　⑤ 314　⑥ 785

3 半径 r_0 の 2 つの小球 A，B があり，A は質量 m，B は質量 km である（$k > 1$）。これらは，その中心間の距離 d が $d > R_0$ のときには何の力も働かないが，$2r_0 < d \leqq R_0$ のときには一定の大きさ F の斥力を及ぼし合うものとする。

小球 A，B をなめらかな水平面上に定めた x 軸上で運動させることを考えよう。速度，加速度，力は，x 軸の向きを正の向きとする。また，小球の座標は，その中心の位置を表すものとする。

最初，小球 B は座標 $x = R_0$ の位置に静止している。小球 A を x 座標が負の位置から x の正の向きに初速度 v_0 で運動させると，時刻 $t = 0$ で A は原点 O を通過し，その後時刻 $t = t_0$ になるまで A，B は力を及ぼし合って運動した。この間，A と B は接触することなく運動を続けた。このとき，次の問いに答えなさい。



(1) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の，小球 A の加速度 a を求めよ。加速度の向きも考慮すること。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$a =$ [1] / [2]

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t_0　⑨ v_0

(2) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の，小球 B の加速度 b を求めよ。加速度の向きも考慮すること。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$b =$ [3] / [4]

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t_0　⑨ v_0

(3) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の任意の時刻 t における，小球 A の速度を $v(t)$ とする。$v(t)$ を m，k，F，v_0 および t を用いて表しなさい。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$v(t) =$ [5] − [6] [7] / [8]

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t^2　⑨ v_0

(4) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の任意の時刻 t における，小球 B の速度を $V(t)$ とする。$V(t)$ を m，k，F，v_0 および t を用いて表しなさい。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$V(t) =$ [9] [10] / [11]

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t^2　⑨ v_0

(5) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の任意の時刻 t における，小球 A の x 座標を $x(t)$ とする。$x(t)$ を m，k，F，v_0，R_0 および t を用いて表しなさい。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$x(t) =$ [12] $t - \frac{1}{2}$ [13] [14] / [15]

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t^2　⑨ v_0

(6) $0 \leqq t \leqq t_0$ の間の任意の時刻 t における，小球 B の x 座標を $X(t)$ とする。$X(t)$ を m，k，F，v_0，R_0 および t を用いて表しなさい。

次の式中の空欄に入れる文字として最も適当なものを下の①〜⑨のうちから一つずつ選び答えなさい。ただし，同じものを繰り返し選んでも良い。

$X(t) = \boxed{16} + \frac{1}{2}\boxed{17}\boxed{18} / \boxed{19}$

① r_0　② R_0　③ m　④ km　⑤ F　⑥ $-F$　⑦ t　⑧ t^2　⑨ v_0

(7) 小球 A と B はいったん接近し，接触することなく，その後互いに遠ざかっていった。両者の中心間の距離が再び $d = R_0$ となり，互いに力を及ぼし合わなくなる時刻 t_0 を m，k，F および v_0 を用いて表し，記述解答用紙に記入しなさい。