

課題論文試験

令和7年10月17日

受験番号		氏名	
------	--	----	--

模擬講義の内容を参考にして、以下の問題に答えなさい。答えに至る過程も丁寧に説明すること。書ききれない場合は、裏面に記入しなさい。出題の意図：力学の基本的な理解と論理的な展開力を確認するため

1. 図のように、水平な台の上に質量 M [kg] の物体 A を置き、滑車を通した糸の一端をつけ、他端は質量 m [kg] (3.00 kg としなさい) の物体 B をつるした。以下の問いに適切な単位を付した数値で答えなさい。なお、重力加速度を 9.80 m/s^2 としなさい。

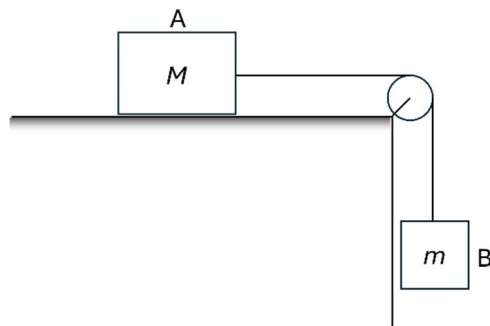
- (1) なめらかな水平面を持つ台の場合、B は加速度 4.20 m/s^2 で降下した。

- (a) B が降下している間の糸の張力の大きさ T_1 [N] を求めなさい。

B の運動方程式 $ma = mg - T_1$ に数値を代入し、 $T_1 = 16.8 \text{ N}$

- (b) A の質量 M [kg] を求めなさい。

A の運動方程式 $Ma = T_1$ に数値を代入し、 $M = 4.00 \text{ kg}$



- (2) あらい水平面を持つ台の場合、B は加速度 2.80 m/s^2 で降下した。なお、A と B の質量は (1) と同一であるとしなさい。

- (c) B が降下している間の糸の張力の大きさ T_2 [N] を求めなさい。

B の運動方程式 $ma = mg - T_2$ に数値を代入し、 $T_2 = 21.0 \text{ N}$

- (d) あらい水平面と A との間の動摩擦係数 μ' の値を求めなさい。なお、 μ' は無単位である。

A の運動方程式 $Ma = T_2 - Mg\mu'$ に数値を代入し、 $\mu' = 0.250$

課題論文試験

令和7年10月17日

受験番号		氏名	
------	--	----	--

出題の意図：ばねの単振動に関する基本的な理解と論理的な展開力を確認するため

2. 図のように、軽いばねの一端に大きさの無視できる質量 m のおもりをつけ、天井からつり下げた。このとき、ばねは自然の長さから d だけ伸びた位置で静止した。ここでは、静止したおもりの位置を原点とする x 軸を鉛直下向きにとり、物体の位置を x 座標で表すことにする。

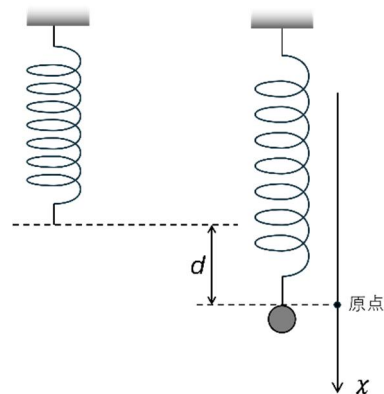
ばねが自然の長さとなるまでおもりを持ち上げて静かに放したところ、おもりは単振動した。重力加速度を g 、円周率を π として以下の問いに文字式で答えなさい。

- (1) つり下げたばねのばね定数を求めなさい。

ばね定数を k とする。

ばねが引く力とおもりにかかる重力のつり合いより $kd = mg$

従って、 $k = mg / d$



- (2) 位置 x を通過するときのおもりの加速度 a_x を求めなさい。

おもりの運動方程式は $ma_x = -(d+x)k + mg$ ，ここで $k = mg / d$ を代入して a_x を求めると、 $a_x = -\frac{k}{m}x = -\frac{g}{d}x$.

- (3) おもりを放してから、初めておもりが原点を通過するまでの時間 t_1 を求めなさい。また、そのときの速さ v_1 を求めなさい。

(2)の加速度の式からおもりの振動周期は $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ である。原点を4分の1周期の時間に通過するので、 $t_1 = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{d}{g}}$

単振動運動では系の力学的エネルギーは常に保存されるので、おもりを放す前の状態とおもりが原点 O を通過するときの系の力学的エネルギーは等しい。 $mgd = \frac{1}{2}kd^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$

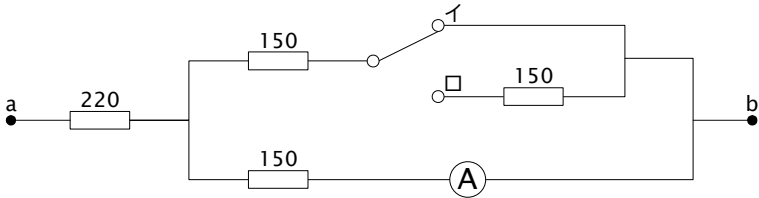
これより、 $v_1 = \sqrt{gd}$

課 題 論 文 試 験

令和 7 年 10 月 17 日

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

出題の意図：直列・並列回路、オームの法則、分圧の法則に関する基本的な理解と論理的な展開力を確認するため
3. 図のように $220\,\Omega$ の抵抗器 1 つと $150\,\Omega$ の抵抗器 3 つ、切替スイッチおよび電流計からなる回路について以下の問
いに答えなさい。なお、抵抗器以外の内部抵抗等につ
いては無視できるものとする。



- (1) 切替スイッチを「イ」側に切り替えた。
回路図両端 a-b 間の抵抗値を求めなさい。
ただし、有効数字は 3 桁とする。

並列部の抵抗は $1/150+1/150=1/75$ より $75\,\Omega$
従って、 $220+75=295\,\Omega$

- (2) 次に切替スイッチを「ロ」側に切り替え、a-b 間に直流電圧 48 V をかけた。この際に電流計が示す値を求めなさい。

並列回路部の抵抗値： $1/150+1/(150+150)=3/300$ より、 $100\,\Omega$
並列回路部にかかる分圧： $48\times 100/(220+100)=15\,\text{V}$
電流計に流れる電流はオームの法則より、 $I=V/R=15/150=0.1$ 。従って、 $100\,\text{mA}$

課 題 論 文 試 験

令和 7 年 10 月 17 日

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

出題の意図：温度、比熱と熱量の概念、沸騰、潜熱に関する基本的な理解と論理的な展開力を確認するため

4. 標準大気圧下において、上面に開口を有し熱容量の無視できる断熱容器に 20 °Cの水が 200 g 入っている。この水の中に、75 °Cに熱した金属ブロック（質量 100 g）を投入し、温度変化を観察したところ、水温は初期の 20 °Cより最大で 5 °C上昇した。水の比熱を 4.2 J/(g・K)とし、以下の問いに答えなさい。

(1) 金属ブロックから水が得た熱量[kJ]を有効数字 2 桁で求めなさい。

$200\text{ g}\times 5\text{ }^{\circ}\text{C}\times 4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})=4.2\text{ kJ}$

(2) 金属ブロックの比熱[J/(g・K)]を有効数字 2 桁で求めなさい。

$4.2\text{ kJ}\div (100\text{ g}\times \{75-(20+5)\}\text{ }^{\circ}\text{C})=0.84\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$

(3) 初期の容器内水温および投入前の金属ブロックの温度をそれぞれ 40 °Cずつ高い条件で同様の実験を行ったところ、水温上昇は 4 °Cであった。水と金属の比熱が実験範囲の温度によらず一定と仮定したとき、水温上昇が 5°Cではなく 4 °Cとなった理由について説明しなさい。

キーワード：「沸騰／蒸発」および「潜熱」