奈良県立医科大学　推薦

平　成　26　年　度

試　験　問　題　①

学　科　試　験

（9時 ～ 12時）

【注　意】

1. **試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中をみてはならない．**
2. 試験教科，試験科目，ページ，解答用紙および選択方法は下表のとおりである．

教　科	科　目	ページ	解答用紙数	選　択　方　法
数　学	数　学	1 ～ 12	1　枚	数学，英語は**必須解答**とする． 理科は左の**3科目のうちから1科目**を選択せよ．
英　語	英　語	13 ～ 16	1　枚	
理　科	化　学	17 ～ 30	2　枚	
	生　物	31 ～ 32	4　枚	
	物　理	33 ～ 41	1　枚	

3. **監督者の指示**に従って，選択しない理科科目を含む**全解答用紙**（9枚）に受験番号と選択科目（理科のみ）を記入せよ．
   ①　**受験番号欄に受験番号**を記入せよ．
   ②　**理科は選択科目記入欄に選択する1科目**を○印で示せ．
   上記①，②の記入がないもの，および理科2科目または理科3科目選択した場合は**答案全部を無効**とする．
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ．
5. 問題冊子の余白を使って，計算等を行ってもよい．
6. 試験開始後，問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせよ．
7. 解答用紙はいずれのページも**切り離してはならない**．
8. **解答用紙は持ち帰ってはならない**．問題冊子は持ち帰ってよい．

物　理

【1】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な式を記入せよ.

図1(a)のようにT字型に棒を組み合わせたもの(以下でT型系と呼ぶ)がある. 棒ORは棒PQの中点Oへの垂線となっており, $\overline{OP}=\overline{OQ}=\overline{OR}=\ell$〔m〕である. 点P, 点Q, 点Rには, いずれも質量が m〔kg〕の小球が取り付けられている. 棒はたわまないものとし, その質量は無視できるものとする. 重力加速度の大きさを g〔$\mathrm{m/s^2}$〕とする.

I) 図1(a)におけるT型系の重心Gの位置は系の対称性から棒OR上にあることが容易にわかり, $\overline{OG}=x$〔m〕として,

$$x=\boxed{\quad(1\cdot1)\quad}$$

である.

II) 図1(b)のように, T型系が鉛直面内にあるとし, 点Oを支点として支える. 支点における摩擦は無視できるものとする. 今, 棒ORと鉛直線のなす角が θ〔rad〕となっているとき, 棒OPにはたらいている点Oのまわりの力のモーメントの大きさを N_{OP}〔N·m〕とすれば,

$$N_{\mathrm{OP}}=\boxed{\quad(1\cdot2)\quad}$$

である. また, T型系全体にはたらいている点Oのまわりの力のモーメントの大きさを N_{total}〔N·m〕とすれば,

$$N_{\mathrm{total}}=\boxed{\quad(1\cdot3)\quad}$$

である. ここで, $\theta=0$ のときの重力による位置エネルギーを0として基準にとり, 重力による位置エネルギー $E(\theta)$〔J〕を求めると,

$$E(\theta)=\boxed{\quad(1\cdot4)\quad}$$

となる．

III) 次に，**図 1(c)** のように，T 型系の点 P の位置の小球を質量 M〔**kg**〕のものに取り替える．このとき，棒 OR と鉛直線のなす角が α〔**rad**〕となって静止した．このことから

$$M = \boxed{\quad (1 \cdot 5) \quad}$$

であることがわかる．

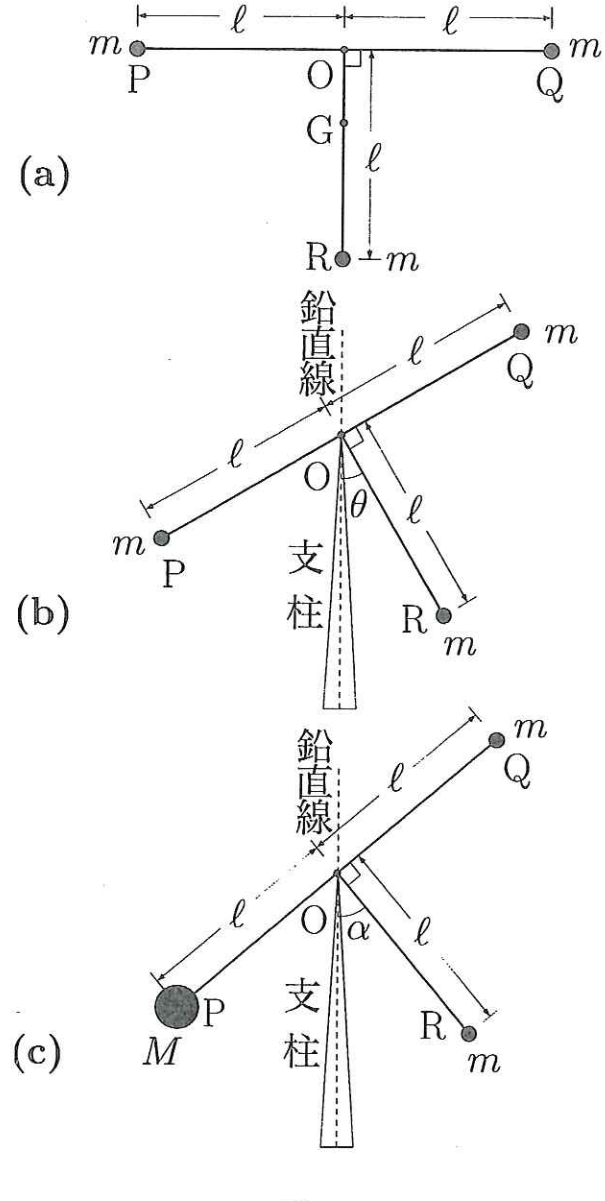

図 1

【2】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な式を記入せよ．ただし，重力加速度の大きさを g〔$\mathbf{m/s^2}$〕とする．

Ⅰ）エレベーターの中で，質量 m〔**kg**〕のおもりのついた糸の長さ L〔**m**〕の単振り子を単振動させた場合を考える．今，**図 2(a)** のように，エレベーターが上向きに一定の加速度の大きさ a〔$\mathbf{m/s^2}$〕で上昇しているとき，単振り子の周期は

$\boxed{\quad（2・1）\quad}$ 〔**s**〕

となる．

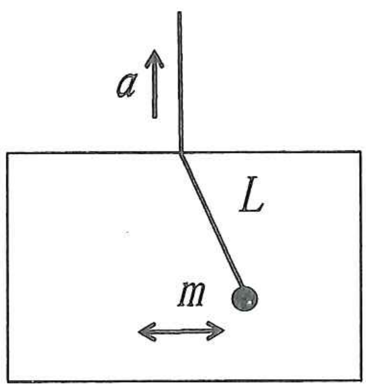

図 2(a)

Ⅱ）**図 2(b)** のように，右向きの一定の加速度の大きさ a〔$\mathbf{m/s^2}$〕で運動している電車の中で，質量 m〔**kg**〕のおもりのついた糸の長さ L〔**m**〕の単振り子を単振動させた．このとき単振り子の周期は

$\boxed{\quad（2・2）\quad}$ 〔**s**〕

となる．

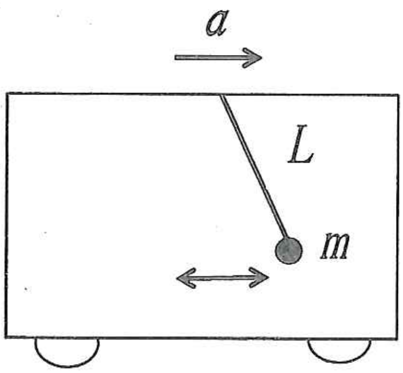

図 2(b)

III) 図 2(c) のように，水平な氷面の上に質量 M〔kg〕のそりが置かれ，そのそりには質量 m〔kg〕のおもりのついた糸の長さ L〔m〕の単振り子が取り付けられている．振り子はそりの進む前後に振れるようになっている．今，振り子は鉛直下方向から角 θ〔rad〕だけそりの右側にもちあげられ，静かに放された．氷面とそりの摩擦は無視できる．単振り子がはじめて鉛直になるとき，おもりの速さは

(2・3)	〔m/s〕

となり，そりの速さは

(2・4)	〔m/s〕

となる．

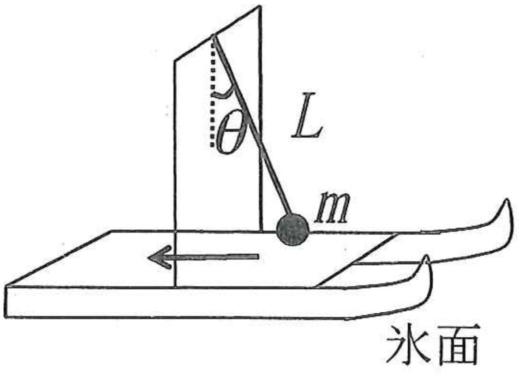

図 2(c)

【3】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な式を記入せよ．

I) **図 3(a)** のように，同じ物質，同じ質量の 2 つの物体 A，B がある．ただし，物体 A の温度は T_A〔K〕，物体 B の温度は T_B〔K〕であり，物体 B の温度の方が高温 $(T_A < T_B)$ であるとする．物体 A と物体 B を接触させるのであるが，熱のやり取りは物体 A と物体 B の間でのみおこなうとする．

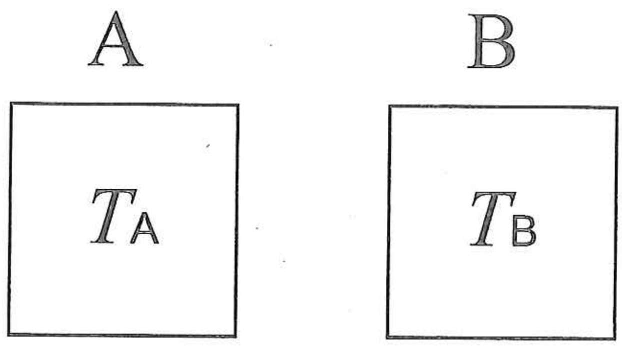

図 3(a)

今，物体 A と物体 B を接触させて十分時間をおいた．このときの温度は

$\boxed{\quad (3 \cdot 1) \quad}$ 〔K〕

となる．

II) 次に，前問と異なる方法で物体を接触させ，熱のやり取りをさせる．**図 3(b)** のように物体 A を N 等分する．N 等分した物体 A を順に $A^{(1)}$，$A^{(2)}$，$A^{(3)}$，$\cdots A^{(N)}$ と呼ぶことにする．物体 $A^{(1)}$ と物体 B を接触させて十分時間をおいた後の温度を $T^{(1)}$〔K〕とする．次に，物体 $A^{(1)}$ と物体 B を離して，物体 $A^{(2)}$ と物体 B を接触させて十分時間をおいた後の温度を $T^{(2)}$〔K〕とする．$\cdots$ 物体 $A^{(i-1)}$ と物体 B を離して，物体 $A^{(i)}$ と物体 B を接触させて十分時間をおいた後の温度を $T^{(i)}$〔K〕とする．$\cdots$ 以下同様に繰り返し最後に物体 $A^{(N)}$ と接触させて十分時間をおいた後の温度を $T^{(N)}$〔K〕とする．

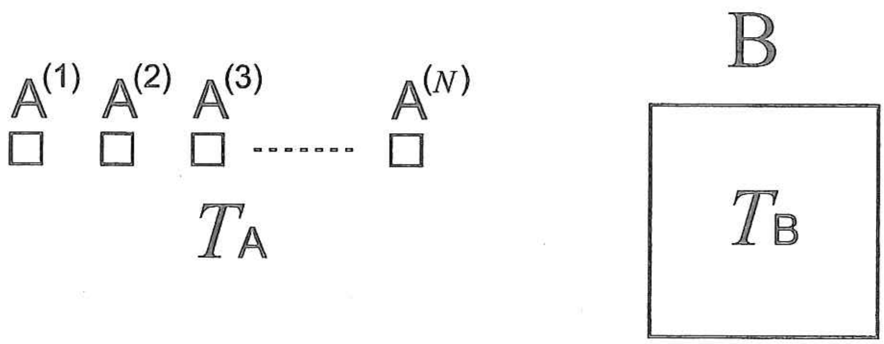

図 3(b)

温度 $T^{(1)}$ は

$$\boxed{\quad (3 \cdot 2) \quad} \quad \text{〔K〕}$$

となる．$(T^{(i)} - T_A)$ と $(T^{(i-1)} - T_A)$ の間の漸化式は

$$\boxed{\quad (3 \cdot 3) \quad}$$

となる．漸化式を基にして $T^{(N)}$ を求めると，

$$\boxed{\quad (3 \cdot 4) \quad} \quad \text{〔K〕}$$

となる．物体 $A^{(1)}$，$A^{(2)}$，$A^{(3)}$，$\cdots A^{(N)}$ は異なる温度を持つが，一つにまとめ，接触させて十分な時間をおいたときの温度は

$$\boxed{\quad (3 \cdot 5) \quad} \quad \text{〔K〕}$$

となる．

【4】 以下の $\boxed{\quad\quad}$ の中に適当な数または式を記入せよ.

図 4(a) のように，真上から見て二等辺三角形の形をした水槽 ABC ($\overline{AB}=\overline{AC}$) があり，水槽には液体が入っている．頂点 A から辺 BC に引いた垂線を AD とし，$\angle DAC=\alpha$〔**rad**〕である．空気の絶対屈折率は 1 であり，水槽の壁は絶対屈折率が 1 の材質で作られている．液体の絶対屈折率が n のとき，AD と平行に光線 OP を入射させると屈折光 PQ は辺 AC と平行になった.

I) $\alpha=\pi/6$ のとき，液体の絶対屈折率 n の値は

$\boxed{\quad(4 \cdot 1)\quad}$

である．またこのとき，光線 OP が反射・屈折を行った結果，水槽から周囲に向かって何本かの光線が出てきた．出てきた光線が進む方向の角度を全て挙げると,

$\boxed{\quad(4 \cdot 2)\quad}$ **rad**

である(複数回答可)．ただし，入射光 OP の角度を 0 **rad** とし，反時計回りの方向を正とする．光の強弱は問わない.

II) 次に，α が非常に小さく，近似的に $\sin\alpha \fallingdotseq \tan\alpha \fallingdotseq \alpha$, $\cos\alpha \fallingdotseq 1$ が成り立つ場合について考える．**図 4(b)** のように，位相がそろった波長 λ〔**m**〕の多数の平行な光線を AD の方向に入射させた．そして，**図 4(c)** のように，A から d〔**m**〕だけ離れた液中にスクリーンを辺 BC に平行に置いたところ明暗の縞が観察された.

線分 AD が通るスクリーン上の点 T は明線となった．三角形の辺 AB で屈折して T に当たる光線の経路を RST で，辺 AC で屈折して T に当たる経路を UVT で表す．T の隣の明線位置を T′ とし，それらの間の距離を x〔**m**〕とおく．辺 AB を通って T′ に当たる経路 R′S′T′ の光路長(光学的距離)は，経路 RST と比べて,

$\boxed{\quad(4 \cdot 3)\quad}$ 〔**m**〕

だけ変化しており，辺 AC を通って T′ に当たる経路 U′V′T′ の光路長(光学的距離)は，経路 UVT と比べて,

(4・4)

〔m〕

だけ変化している．したがって，干渉縞の明線の間隔は

(4・5)

〔m〕

である．

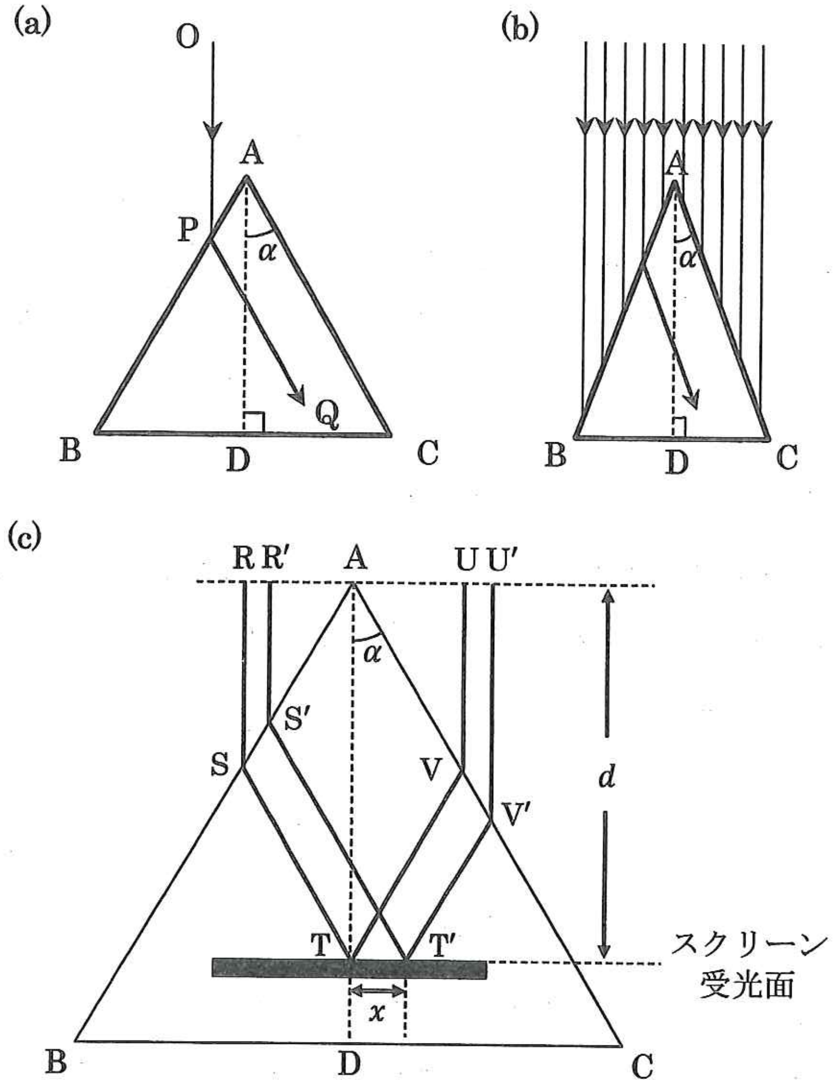

図 4

【5】 以下の $\boxed{}$ の中に適当な数値を記入せよ．

I ）内部抵抗が無視できる起電力が 0.06 V の直流電源がある．A 君が，この電源に 5 Ω の抵抗線をつないだときに流れる電流を電流計で測定しようとした．用いようとした電流計は，内部抵抗が 1 Ω，最大目盛 10 mA のものだった．電流計を抵抗に直列に入れた場合では，入れない場合に比べて

$\boxed{\quad (5 \cdot 1) \quad}$ mA

だけ少なく測定されてしまうことになる．

II ）内部抵抗が無視できる起電力が 6 V の直流電源がある．A 君が，この電源に直列に 1 kΩ の抵抗 2 つをつないで，2 つの内 1 つの抵抗にかかる電圧を電圧計で測定しようとした．用いようとした電圧計は，内部抵抗が 1 kΩ，最大目盛 10 V のものだった．電圧計を抵抗に並列に入れた場合では，入れない場合に比べて

$\boxed{\quad (5 \cdot 2) \quad}$ V

だけ少なく測定されてしまうことになる．

III ）A 君は 1 A まで測定できる電流計が必要であったが，手元には内部抵抗 1 Ω，最大目盛 10 mA の電流計しかなかった．この手元の電流計を 1 A まで測定できる電流計にするには，

$\boxed{\quad (5 \cdot 3) \quad}$ Ω

の抵抗をもつ分流器を並列につなぎ（小数点以下 2 桁までとし，四捨五入して答えよ），最大目盛を 1 A と書き換えればよい．

IV ）A 君は 10 V まで測定できる電圧計が必要になった．借りられるものは，最大目盛 1 mA，内部抵抗 20 Ω の電流計だけであった．この電流計を 10 V まで測定できる電圧計にするには，

$\boxed{\quad (5 \cdot 4) \quad}$ kΩ

の抵抗を電流計と直列につなぎ，1 mA の目盛を 10 V に書き換えればよい．