

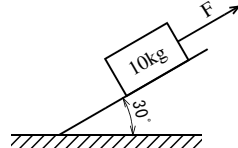
第26回(2013)

【AM80】質量  $m$ 、速度  $v$  の物体の運動エネルギーと等しい運動エネルギーを持つ組み合わせはどれか。

- (1) 質量  $m/9$ 、速度  $3v$  (2) 質量  $m/2$ 、速度  $2v$  (3) 質量  $2m$ 、速度  $v/2$   
 (4) 質量  $4m$ 、速度  $v/8$  (5) 質量  $4m$ 、速度  $v/16$

【AM81】 $30^\circ$ の摩擦のない斜面にある質量  $10\text{kg}$  の箱を図のように保持するのに必要な力  $F[\text{N}]$ はどれか。ただし、重力加速度は  $9.8\text{m/s}^2$ とする。

- (1) 0.9 (2) 4.9 (3) 9.8 (4) 49 (5) 98



【AM82】長さ  $1\text{m}$ 、断面積  $2 \times 10^{-6}\text{m}^2$ 、ヤング率  $50\text{MPa}$  のシリコーンゴム製ロープに  $1\text{kg}$  の重りをぶら下げた。ロープのおよその伸び  $[\text{mm}]$ はどれか。ただし、重力加速度は  $9.8\text{m/s}^2$ とする。

- (1) 0.1 (2) 1 (3) 10 (4) 100 (5) 1,000

【AM83】水タンクをある高さに固定して内半径  $r$  のチューブを接続したところ、流量  $Q$  で流れた。同じ長さで内半径  $2r$  のチューブを接続した場合の流量は  $Q$  の何倍か。ただし流れは層流であるとする。

- (1)  $1/16$  (2)  $1/4$  (3) 1 (4) 4 (5) 16

【AM86】体中の超音波の性質で正しいのはどれか。

- a. 横波である。 b. 可聴音より指向性が低い。  
 c. 可聴音より反射しにくい。 d. 空気に比べて筋組織での音速が大きい。  
 e. 周波数が高いほど減衰しやすい。

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【PM31】音波画像計測について正しいのはどれか。

- (1) 生体軟部組織での音速は約  $10\text{km/s}$  である。  
 (2) 軟部組織より硬組織の方が音速は速い。  
 (3) 動きのある臓器の撮影には不適である。  
 (4) 約  $10\text{kHz}$  の超音波を用いる。  
 (5) ドブラ撮影では臓器の形状が得られる。

【PM80】質量  $100\text{g}$  の物体を 5 秒間で  $2\text{m}$  上方に持ち上げたときのおよその仕事率  $[\text{W}]$  はどれか。ただし、重力加速度は  $9.8\text{m/s}^2$ とする。

- (1) 0.004 (2) 0.04 (3) 0.4 (4) 4 (5) 40

【PM81】クリープ現象はどれか。

- (1) 身長は朝から夕方に掛けて徐々に低くなる。  
 (2) 暗闇に入るとしばらくするとものが見えるようになる。  
 (3) 細動脈内を血液が流れるとき、赤血球が管軸付近に集中する。  
 (4) 膝蓋腱を叩くと足が上がる。  
 (5) 脈圧は末梢の方が高い。

【PM82】流速  $10\text{m/s}$  で鉛直上方に吹き上がる噴水のおよその到達高さ  $[\text{m}]$ はどれか。ただし、重力加速度は  $9.8\text{m/s}^2$ とする。

- (1) 1 (2) 2 (3) 5 (4) 10 (5) 20

【PM83】音の性質について誤っているのはどれか。

- (1) 振動によってエネルギーが伝わる。  
 (2) 音圧が高いほど音量が大きい。  
 (3) 音が伝わるためには振動する媒質のひずみが必要である。  
 (4) 音波は疎密波である。  
 (5) 音波の伝搬速度は媒質の体積で決まる。

【PM84】環境と熱伝達メカニズムとの組み合わせで誤っているのはどれか。

- (1) 重力下・空气中 - 対流 (2) 重力下・真空中 - 放射  
 (3) 無重力・空气中 - 対流 (4) 無重力・真空中 - 放射  
 (5) 無重力・固体内部 - 伝導

【PM85】生体組織が示す一般的な物理的特性で誤っているのはどれか。

- (1) 温度依存性 (2) 非線形性 (3) 周波数依存性 (4) 強磁性 (5) 粘弾性

第27回(2014)

【AM25】単位について正しいのはどれか。

- a. SI 単位系では 4 つの基本単位が定められている。 b. rad は無次元の単位である。  
 c. Hz は組立単位である。 d. IF は  $1\text{C/V}$  である。  
 e. 接頭語 f(フェムト)は  $10^{-18}$  を表す。  
 (1) a、b、c (2) a、b、e (3) a、d、e (4) b、c、d (5) c、d、e

【AM80】バネを鉛直に保ち、下端におもりを取付け、上端を一定振幅で上下に振動させる。周波数を徐々に変化させたとき、正しいのはどれか。

- (1) 周囲に抵抗がない場合、おもりの振幅は周波数によらず上下の振幅と等しい。  
 (2) 周囲に抵抗がない場合、上下の振幅とおもりの振幅の比は周波数によらず一定である。  
 (3) 周囲に抵抗がある場合、おもりの振動の周波数は上端の周波数よりも低い。  
 (4) 周囲に抵抗がある場合、加速度が一定になる周波数がある。  
 (5) 周囲に抵抗がある場合、ある周波数でおもりの振幅が最大になる。

【AM81】フックの法則について正しいのはどれか。

- a. 塑性変形に対して成立する。 b. 応力はひずみに比例する。  
 c. 線形弾性変形に対して成立する。 d. 材料の体積が変わらないことを表す。  
 e. 材料の粘性を表す。  
 (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【AM82】粘性率  $4 \times 10^{-3}\text{Ps}\cdot\text{s}$  の液体が内径  $3\text{mm}$  の直円管内を平均速度  $12\text{cm/s}$  で流れている。粘性率  $1 \times 10^{-3}\text{Ps}\cdot\text{s}$  の液体を内径  $9\text{mm}$  の直円管内に流したときに、相似(レイノルズ数が同じ)になる平均速度  $[\text{cm/s}]$ はどれか。ただし、流体の密度はすべて等しいとする。

- (1) 0.25 (2) 1.0 (3) 9.0 (4) 16 (5) 144

【AM84】 $1\text{MHz}$  の超音波が水中を進行するときのおよその波長  $[\text{mm}]$ はどれか。

- (1) 150 (2) 15 (3) 1.5 (4) 0.15 (5) 0.015

【AM86】周波数が  $1\text{MHz}$  程度の超音波を照射したとき、吸収係数が最も大きい組織はどれか。

- (1) 脂肪 (2) 筋肉 (3) 脳 (4) 骨 (5) 血液

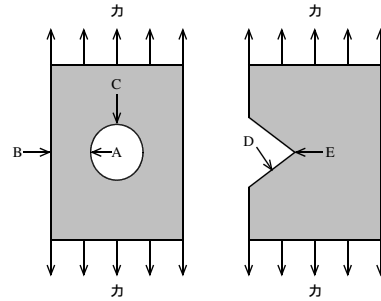
【PM80】正しいのはどれか。

- 力を  $F$ 、質量を  $m$ 、加速度を  $a$  とすると  $F = m/a$  となる。
  - 力の単位は  $\text{Pa}$  である。
  - 力の3つの要素は、大きさ、方向、作用点である。
  - 大きさと方向を持った量をベクトルという。
  - 速度はスカラーである。
- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【PM81】応力集中部位はどれか。

- A
- B
- C
- D
- E

- (1) a、b (2) a、e  
(3) b、c (4) c、d  
(5) d、e



【PM82】直円管内の流れについて正しいのはどれか。

- ハーゲン・ポアゼイユの式は流れが遅いと成立しない。
- 乱流は層流と比べて攪拌が盛んである。
- 流れが遅いと乱流になりやすい。
- 流体の粘性率が低い方が層流になりやすい。
- 連続の式は乱流では成立しない。

【PM83】音速の  $1/25$  の速度で移動している観測者を、その後方から音源が音速の  $1/5$  で追いかけるとき、観測者が聞く音の周波数は音源の出す音の周波数の何倍か。

- (1)  $1/5$  (2)  $5/6$  (3)  $6/5$  (4) 5 (5) 125

【PM84】 $20^\circ\text{C}$  の水  $9.9\text{kg}$  に  $90^\circ\text{C}$  に熱した  $1.0\text{kg}$  の鋼球を沈めたとき、平衡状態の温度  $[\text{C}]$  はどれか。ただし、鋼の水に対する比熱を  $0.1$  とする。

- (1) 19.0 (2) 20.7 (3) 26.4 (4) 28.8 (5) 32.0

【PM85】音速が最も速い媒質はどれか。

- (1) 骨 (2) 脂肪 (3) 筋 (4) 血液 (5) 皮膚

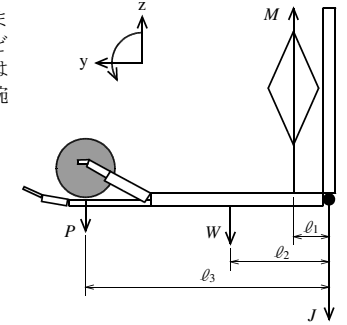
第28回(2015)

【AM32】超音波画像計測について正しいのはどれか。

- 生体軟部組織での音速は約  $10\text{km/s}$  である。
- 軟組織よりも硬組織の方が音速は速い。
- 動きのある臓器の撮影には不適である。
- 約  $25\text{kHz}$  の音波を使用する。
- ドブラ法で臓器の形状が得られる。

【AM80】図は肘関節を  $90^\circ$  屈曲した状態で手掌に重量  $P$  の物体を保持した状態を示している。肘関節まわりの力のモーメントの釣り合いを表す式はどれか。ただし  $J$  は肘関節の反力の大きさ、 $W$  は前腕および手にかかる重力の大きさ、 $M$  は前腕にかかる筋力の大きさである。

- $M - J - W - P = 0$
- $P\ell_3 + W\ell_2 - M\ell_1 = 0$
- $P^2\ell_3 + W^2\ell_2 - M^2\ell_1 = 0$
- $P\ell_3^2 + W\ell_2^2 - M\ell_1^2 = 0$
- $P(\ell_3 - \ell_2) + M(\ell_2 - \ell_1) - J\ell_2 = 0$



【AM81】応力とひずみについて正しいのはどれか。

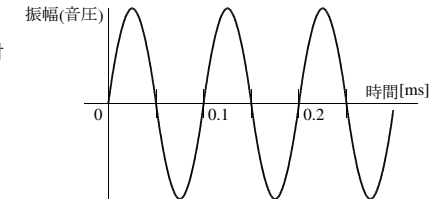
- 応力は作用する荷重と断面積の積である。
  - ひずみは変形の度合いを比で表したものである。
  - 荷重と同一の方向に現れるひずみを縦ひずみという。
  - せん断応力によって生じるひずみを横ひずみという。
  - 弾性係数は応力とひずみの積である。
- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【AM82】内部の直径  $20\text{mm}$  のまっすぐな血管内を粘性係数  $0.004\text{Ps}\cdot\text{s}$  の血液が平均流速  $0.2\text{m/s}$  で流れている。この流れのレイノルズ数はどれか。ただし、血液の密度は  $1 \times 10^3\text{kg/m}^3$  とする。

- (1) 1 (2) 20 (3) 500 (4) 1,000 (5) 5,000

【AM83】図に示す波形の音波を水中に発射した。その音波の波長  $[\text{cm}]$  はどれか。

- (1) 0.1 (2) 3.3 (3) 7.5  
(4) 15 (5) 30



【AM84】 $25^\circ\text{C}$  の水  $3\text{L}$  を  $500\text{W}$  のヒータで加熱して  $37^\circ\text{C}$  にするのに必要なおおよその時間  $[\text{s}]$  はどれか。ただし、ヒータの出力の  $80\%$  が加温に使われ、水の比熱は  $4.2\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  とする。

- (1) 300 (2) 380 (3) 630 (4) 930 (5) 1,200

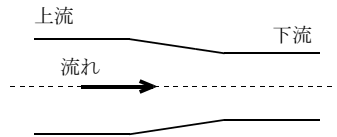
【PM46】通信周波数  $1.5\text{GHz}$  帯の携帯電話が出す電磁波の波長  $[\text{cm}]$  に最も近いのはどれか。ただし、光速を  $3.0 \times 10^8\text{m/s}$  とする。

- (1) 1 (2) 2 (3) 5 (4) 10 (5) 20

【PM80】静止している物体を  $10\text{m}$  の高さから落下させたとき、地面に到達するまでのおおよその時間  $[\text{s}]$  はどれか。

- (1) 1.0 (2) 1.4 (3) 2.0 (4) 2.8 (5) 4.2

【PM81】 図のパイプ状の流路において、上流から下流に行くに従い断面積が半分になる流路がある。上流に対して下流での流速と管路抵抗について正しいのはどれか。ただし、管路内の水の流れは層流を維持しているものとする。

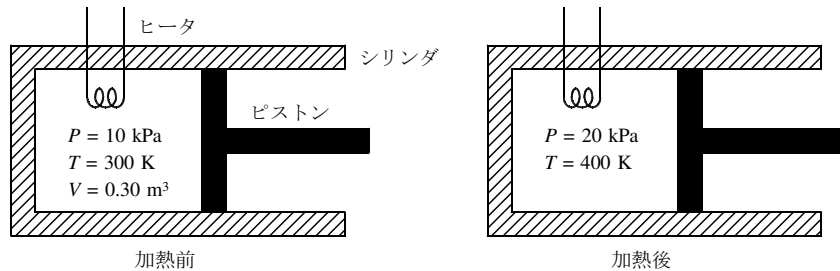


- (1) 下流では流速は 1/2 倍になり、管路抵抗は 1/16 倍になる。
- (2) 下流では流速は 1/2 倍になり、管路抵抗は 1/4 倍になる。
- (3) 下流では流速は 1/2 倍になり、管路抵抗は 1/2 倍になる。
- (4) 下流では流速は 4 倍になり、管路抵抗は 2 倍になる。
- (5) 下流では流速は 2 倍になり、管路抵抗は 4 倍になる。

【PM82】 音波について誤っているのはどれか。

- (1) 超音波は周波数が 20kHz よりも高い音波である。
- (2) 超音波は可聴音よりも直進性が高い。
- (3) 音源が観測者に向かって近づいているとき聞こえる音は高くなる。
- (4) 伝搬中の疎密波は密の部分で圧力が低下する。
- (5) 超音波診断装置では 0.5 ~ 20MHz 程度の周波数が利用されている。

【PM84】 図のようにシリンダ内の気体の圧力  $P$ 、絶対温度  $T$ 、容積  $V$  が与えられている。シリンダ内をヒータによって加熱して絶対温度が 400K、圧力が 20kPa になったときの容積  $[m^3]$  はそれか。



- (1) 0.05
- (2) 0.12
- (3) 0.20
- (4) 0.45
- (5) 0.80

【PM85】 生体軟組織の固有音響インピーダンス  $[kg/(m^2 \cdot s)]$  に近い値はどれか。

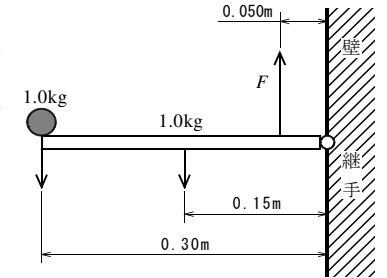
- (1)  $4.0 \times 10^2$
- (2)  $1.5 \times 10^4$
- (3)  $4.0 \times 10^4$
- (4)  $1.5 \times 10^6$
- (5)  $4.0 \times 10^6$

【PM86】 組織の両面の温度差が  $4^\circ C$  で、断面積が  $10cm^2$ 、厚さが  $5mm$  の生体組織を 1 分間に通過する熱量  $[J]$  はどれか。ただし、生体組織の熱伝導率を  $5 \times 10^{-3} J/(cm \cdot s \cdot ^\circ C)$  とする。

- (1) 0.4
- (2) 2
- (3) 6
- (4) 24
- (5) 120

第29回 (2016)

【AM80】 質量 1.0kg の剛体の棒が自由に回る継手を介して壁に取り付けられている。継手から 0.30m の所に質量 1.0kg の物体を置いた。棒が水平で動かないとき、継手から 0.050m の所に取り付けただひもが鉛直方向に引っ張るおよその力  $F[N]$  はどれか。ただし棒の重心の位置は継手から 0.15m の所である。



- (1) 2.0
- (2) 5.0
- (3) 10
- (4) 20
- (5) 88

【AM81】 鋼の引張り試験を行い、応力 - ひずみ線図を作成した。応力 - ひずみ線図から求められる材料特性はどれか。

- a. 弾性係数
  - b. 粘性係数
  - c. ポアソン比
  - d. 引張り強さ
  - e. 降伏応力
- (1) a、b、c
  - (2) a、b、e
  - (3) a、d、e
  - (4) b、c、d
  - (5) c、d、e

【AM82】 流体の分類で誤っている組合せはどれか。

- (1) 圧縮性流体 - 空気
- (2) 非圧縮性流体 - 油
- (3) 完全流体 - 水
- (4) 粘性流体 - グリセリン
- (5) 粘弾性流体 - 血液

【AM84】 直線上を一定速度  $v$  で移動する振動数  $f$  の音源が、静止した観測者に接近し、そのまま同じ速度で遠ざかった。音源の通過前後で観測される音の振動数の差を表す式はどれか。ただし音速を  $c$  とする。

- (1)  $\frac{2v^2}{c^2} f$
- (2)  $\frac{v(2c-v)}{c(c-v)} f$
- (3)  $\frac{2cv}{(c+v)(c-v)} f$
- (4)  $\frac{2v}{c} f$
- (5)  $\frac{v(2c+v)}{c(c+v)} f$

【AM85】 生体組織の音響インピーダンスが、脂肪組織で  $1.35 \times 10^6 kg/(m^2 \cdot s)$ 、筋組織で  $1.65 \times 10^6 kg/(m^2 \cdot s)$  とすると、脂肪組織と筋組織との境界面での超音波の反射率(音波の振幅比: %) はどれか。

- (1) 10
- (2) 15
- (3) 20
- (4) 25
- (5) 30

【PM80】 質量 100g の物体が半径 30cm の軌道上を 1 分間に 30 回転の等速円運動をしている。物体に作用するおよその遠心力  $[N]$  はどれか。

- (1) 0.1
- (2) 0.3
- (3) 0.5
- (4) 0.7
- (5) 0.9

【PM81】 断面積が  $1cm^2$  で長さ 10m の棒を 1kN の力で引っ張ったとき、棒が 0.5mm 伸びた。この棒の弾性係数  $[GPa]$  はどれか。

- (1) 100
- (2) 200
- (3) 300
- (4) 400
- (5) 500

【PM82】 半径  $r$  の水平でまっすぐな円管内を粘性率  $\mu$  の液体が流れている。長さ  $L$  だけ離れた 2 点間の圧力差が  $\Delta P$  である場合、管内の流量  $Q$  を示す式はどれか。ただし、管内の流れは層流である。

- (1)  $Q = \frac{\pi r^2 \mu \Delta P}{8L}$
- (2)  $Q = \frac{\pi r^3 \Delta P}{8\mu L}$
- (3)  $Q = \frac{\pi r^3 \mu \Delta P}{8L}$
- (4)  $Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8\mu L}$
- (5)  $Q = \frac{\pi r^4 \mu \Delta P}{8L}$

【PM83】 ベッド上の患者の中心静脈圧を、ベッドとは別の専用台に取り付けてあるマンメーターで測定した値が 10cmH<sub>2</sub>O であった。ベッドを 10cm 高くしたときマンメーターの表示値[cmH<sub>2</sub>O]はどれか。

- (1) - 20 (2) - 10 (3) 0 (4) 10 (5) 20

【PM84】 線膨張係数が  $1.2 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$  で長さ 2.0m の鉄の棒の温度を 10℃増加させたとき、この鉄の棒の伸び[μm]はどれか。

- (1) 2.4 (2) 12 (3) 60 (4) 240 (5) 600

【PM86】 生体の力学的性質で誤っているのはどれか。

- (1) ヤング率が大きい組織ほど応力に対するひずみが大きい。  
 (2) 生体軟組織のポアソン比は約 0.5 である。  
 (3) 粘弾性体である筋組織のひずみと応力の関係はヒステリシスを示す。  
 (4) 筋組織は腱に比べて引っ張りに対する変形の割合が大きい。  
 (5) 血液の粘性係数は生体軟組織に比べて小さい。

【PM88】 生体での熱の伝わり方について正しいのはどれか。

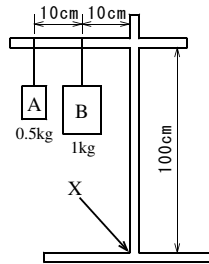
- a. 体表面での熱の放散には空気の対流が役立つ。  
 b. 皮膚組織内では対流はほとんど存在しない。  
 c. 体表面から熱放射する電磁波は近赤外光である。  
 d. 生体内の組織における熱伝導は温度差の 4 乗に比例する。  
 e. 生体内では血液による熱の移動の効果が大きい。

- (1) a、b、c (2) a、b、e (3) a、d、e (4) b、c、d (5) c、d、e

第30回(2017)

【AM80】 図のように 0.5kg の輸液ボトル A が点滴スタンドにつり下げられている。これにさらに 1kg の輸液ボトル B をつり下げると X 点で支持する力のモーメントは、もとの何倍になるか。ただし点滴スタンドの棒の重さは無視する。

- (1) 1.0 (2) 1.8 (3) 2.0  
 (4) 2.8 (5) 3.0



【AM81】 断面積 4mm<sup>2</sup>、長さ 2m、ヤング率 100GPa の銅線の下端に質量 100kg の物体をぶら下げた。銅線のおよその伸び[mm]はどれか

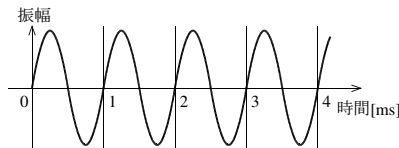
- (1) 0.2 (2) 0.5 (3) 2 (4) 5 (5) 20

【AM82】 100mmHg の圧力が 1.0cm<sup>2</sup> の面に加えられたとき、この面に加わるおよその荷重[N]はどれか

- (1) 1.33 (2) 2.72 (3) 7.60 (4) 13.6 (5) 133

【AM84】 図に示す音波の空気中(25℃)におけるおよその波長[cm]はどれか。

- (1) 8.5 (2) 17 (3) 34  
 (4) 68 (5) 140



【AM86】 正しいのはどれか。

- (1) 筋組織は骨よりもヤング率が大きい。  
 (2) 筋組織のヤング率は直交方向よりも走行方向の方が大きい。  
 (3) 生体軟組織のポアソン比はおよそ 0.5 である。

- (4) 生体軟組織の体積弾性率はヤング率よりも小さい。  
 (5) 動脈血管の円周方向の最大変形は 10%程度である。

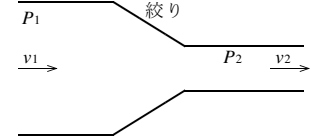
【PM80】 質量 100g の鋼球を水平面から 60° の角度で斜め上方に 10m/s の速度で発射した。発射 1.0 秒後の鋼球の水平方向速度[m/s]はどれか。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

- (1) 0.0 (2) 1.1 (3) 5.0 (4) 8.7 (5) 10.0

【PM81】 長さ 600mm、直径 40mm の丸棒の長さ方向に荷重を加えたところ、長さが 30μm 増加し、直径が 0.76μm 減少した。この材料のポアソン比はどれか。

- (1) 0.0017 (2) 0.025 (3) 0.067 (4) 0.14 (5) 0.38

【PM82】 図のように水平に置かれた絞りのあるパイプに流体が流れている。絞りの前後の圧力差  $P_1 - P_2$  を表す式はどれか。ただし、流体の密度を  $\rho$ 、絞りの前の流速を  $v_1$ 、絞りの後の流速を  $v_2$  とし、完全流体が定常流で流れているとする。



- (1)  $\frac{1}{2} \rho v_1^2$  (2)  $\frac{1}{2} \rho v_2^2$  (3)  $\frac{1}{2} \rho v_1 v_2$  (4)  $\frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2)$  (5)  $\frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$

【PM83】 波動において角振動数を  $\omega$ 、振動数を  $f$ 、速度を  $v$ 、波長を  $\lambda$  とするとき、周期はどれか。

- (1)  $2\pi f$  (2)  $\frac{1}{f}$  (3)  $\frac{\lambda}{f}$  (4)  $\lambda \omega$  (5)  $f v$

【PM84】 体積 30L の容器内に理想気体が圧力 100kPa、温度 27℃で入っている。気体の温度を 127℃まで上げて体積を 40L にしたとき容器内の圧力[kPa]はどれか。

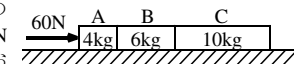
- (1) 1.0 (2) 10 (3) 35 (4) 100 (5) 350

【PM85】 生体組織中に照射された超音波について正しいのはどれか。

- (1) 周波数が低くなるほど組織中での指向性が高くなる。  
 (2) 周波数が高くなるほど組織中での減衰が増加する。  
 (3) 軟組織では空中での速度の 10 倍を超える速度になる。  
 (4) 骨の中を通り抜けるときは速度が遅くなる。  
 (5) 肺は音響インピーダンスが大きい組織である。

第31回(2018)

【AM80】 動摩擦係数 0.2 の水平な床に質量 4、6、10kg の箱 A、B、C を図のように並べて置き、水平に 60N の力で箱 A を押して動かしているときに箱 C のおよその加速度[m/s<sup>2</sup>]はどれか。ただし、力を作用する前の加速度は 0 である。

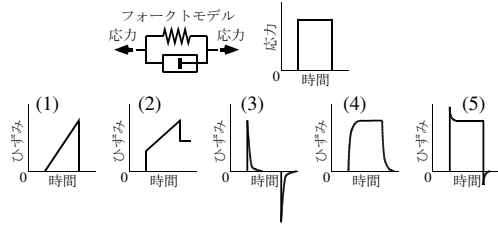


- (1) 0.2 (2) 1 (3) 2 (4) 3 (5) 6

【AM81】 質量 20g の鋼球を水平面から真上方向に 15m/s の速度で発射した。鋼球が再び水平面に落ちるまでのおよその時間[s]はどれか。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

- (1) 3.1 (2) 5.2 (3) 7.3 (4) 9.4 (5) 10

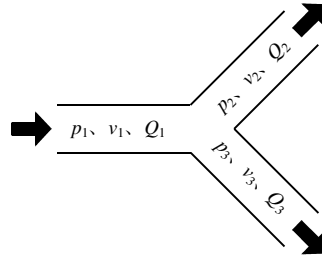
【AM82】 バネとダッシュポットを並列に接続したフォークトモデルの両端に図のように応力を加えたときのひずみの変化を表しているのはどれか。



【AM83】 図のように 1 本の管から 2 本の管が分岐して内部に非圧縮性流体が流れているときに成り立つ式はどれか。ただし、 $p$  を圧力、 $v$  を流速、 $Q$  を流量とし、すべての管の断面積は等しいとする。

- a.  $p_1 = p_2 + p_3$
- b.  $v_1 = v_2 + v_3$
- c.  $Q_1 = Q_2 + Q_3$
- d.  $v_1^2 = v_2^2 + v_3^2$
- e.  $Q_1^2 = Q_2^2 + Q_3^2$

- (1) a, b      (2) a, e      (3) b, c
- (4) c, d      (5) d, e



【AM84】 正しいのはどれか。

- a. 毛細血管の分岐部では渦が起きやすい。
- b. 大動脈では動圧の値と静圧の値はほぼ等しい。
- c. 血管に石灰化が起こると脈波伝搬速度は増加する。
- d. ヘマトクリット値が上昇すると血液粘度が増加する。
- e. 動脈血圧のピーク値は体の部位によって異なる。

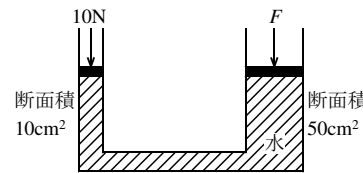
- (1) a, b, c      (2) a, b, e      (3) a, d, e      (4) b, c, d      (5) c, d, e

【PM47】 出力 500W の電熱器で、20℃の水 100g を温めたとき、60℃になるまでのおおよその時間[s]はどれか。ただし、電熱器の出力はすべて水の温度上昇に使われるものとし、水の比熱は、 $4.2 \times 10^3 \text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  とする。

- (1) 17      (2) 34      (3) 50      (4) 67      (5) 84

【PM80】 図のように断面積が  $10\text{cm}^2$  と  $50\text{cm}^2$  の 2 本のピストン管をつなぎ、細いピストンに 10N の力を加えた。ピストンを静止させるために必要な力  $F[\text{N}]$  はどれか。

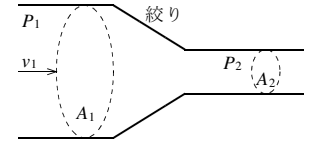
- (1) 2      (2) 10      (3) 50
- (4) 100      (5) 250



【PM81】 バネ定数 400N/m のバネに質量 1kg のおもりを吊し単振動させた。およその周期[s]はどれか。

- (1) 0.03      (2) 0.05      (3) 0.3      (4) 0.5      (5) 3

【PM82】 図のように水平に置かれた絞りのあるパイプに液体が流れている。絞りの前のパイプの断面積を  $A_1$ 、絞りの後のパイプの断面積を  $A_2$  とする。絞りの前後の圧力差  $P_1 - P_2$  を示す式はどれか。ただし、流体の密度を  $\rho$  (一定)、絞りの前の流速を  $v_1$  とし、完全流体が定常流で流れているものとする。



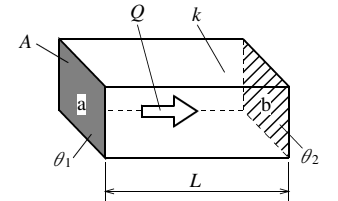
$$(1) \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right) \quad (2) \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( 1 - \frac{A_1^2}{A_2^2} \right) \quad (3) \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( \frac{A_1}{A_2} - 1 \right)$$

$$(4) \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( 1 - \frac{A_1}{A_2} \right) \quad (5) \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} \right)$$

【PM83】 観測者が静止音源に一定速度で近づき遠ざかる際、音源を通過する前後で観測される音の振動数が 10% 低下した。観測者のおよその速度はどれか。ただし、音速を  $c$  とする。

- (1)  $0.01c$       (2)  $0.05c$       (3)  $0.1c$       (4)  $0.2c$       (5)  $0.3c$

【PM84】 図のように長さ  $L$ 、一様な断面積  $A$ 、熱伝導率  $k$  の直方体の物体において、面 a の温度が  $\theta_1$ 、面 b の温度が  $\theta_2$  である。 $t$  秒間に移動する熱量  $Q$  について誤っているのはどれか。ただし、熱量は面 a から面 b へのみ移動する。



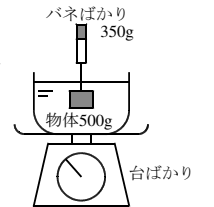
- (1) 熱伝導率  $k$  に比例する。
- (2) 断面積  $A$  に比例する。
- (3) 時間  $t$  に比例する。
- (4) 温度差  $\theta_1 - \theta_2$  に比例する。
- (5) 長さ  $L$  に比例する。

【PM86】 正しいのはどれか。

- (1) 血漿はほぼニュートン流体と見なせる。
- (2) 水を多く含む生体軟組織のポアソン比はほぼ 1 である。
- (3) 組織のヤング率が大きいほど応力に対するひずみが大きい。
- (4) マックスウェルモデルは弾性要素と粘性要素が並列に接続されている。
- (5) 軟組織は膠原繊維の割合が大きいほど伸展性が大きい。

第32回(2019)

【AM80】 図のようにバネばかりに重さ 500g の物体を吊し、台ばかりに載せた容器内の水に物体を静かに沈めたところ、バネばかりの測定値は 350g であった。物体を沈めた後で台ばかりの測定値は何 g 増加するか。



- (1) -150      (2) 0      (3) 150      (4) 350      (5) 500

【AM81】 材料の機械的特性について誤っているのはどれか。

- (1) 応力は単位面積あたりに働く力(荷重)である。
- (2) 応力と圧力の単位は同じである。
- (3) ひずみは単位面積あたりの変形量である。
- (4) ヤング率は応力とひずみの比である。
- (5) ポアソン比は荷重方向とそれと垂直な方向のひずみの比である。

【AM82】長さ 1.2m、断面積 4.0mm<sup>2</sup>の線材を 8.0N の力で引っ張ったところ長さが 1.2mm 増加した。この線材の縦弾性係数[GPa]はどれか。

- (1) 2.0 (2) 5.0 (3) 20 (4) 50 (5) 200

【AM83】血管を流れている血液の粘性率が增加するのはどれか。

- a. 体温の上昇 b. 血流せん断速度の増加 c. ヘマトクリット値の増加  
d. 連鎖形成(ルーロ形成) e. 集軸効果

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【AM84】同じ質量で 20℃の物体を 37℃まで加熱するために必要な熱エネルギーが最も大きいのはどれか。

- (1) 水 (2) タンパク質 (3) 脂質 (4) リン酸カルシウム (5) ステンレス

【PM80】ベクトル量はどれか。

- a. 質量 b. 時間 c. 加速度 d. 運動量 e. 仕事量

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【PM81】速度に比例する抵抗力を発揮する機械要素(ダンパ)がある。比例定数であるダンパ定数の次元はどれか。

- (1) kg・s<sup>-2</sup> (2) kg・s<sup>-1</sup> (3) kg・m・s<sup>-2</sup> (4) kg・m・s<sup>-1</sup> (5) kg・s

【PM82】流速 1m/s の血流に生じる動圧[mmHg]のおよその値はどれか。

- (1) 0.4 (2) 1 (3) 4 (4) 10 (5) 40

【PM83】血管内のレイノルズ数が最も大きいのはどれか。

- (1) 総頸動脈 (2) 上行大動脈 (3) 橈骨動脈 (4) 大腿動脈 (5) 毛細血管

【PM84】20℃、100g の水を 1 分間加熱して 30℃とするために必要な仕事率[W]はどれか。ただし、水の比熱は 4.2J/(g・℃)とする。

- (1) 7 (2) 42 (3) 70 (4) 420 (5) 700

【PM85】正しいのはどれか。

- (1) 粘性流体のずり速度の SI 単位は m/s である。  
(2) 生体軟組織のポアソン比はおおよそ 1.0 である。  
(3) 縦弾性率を表すヤング率の単位は Pa である。  
(4) 腱より筋のヤング率は大きい。  
(5) 動脈血管の円周方向の最大変形は 20%程度である。

【PM86】生体の熱特性について正しいのはどれか。

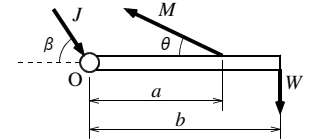
- a. 脂肪組織は筋組織に比べて比熱が大きい。  
b. 運動時に熱の生産が最も多い臓器は肝臓である。  
c. 体表からの放射エネルギーのピーク波長は赤外領域にある。  
d. 皮膚における末梢血管の拡張は体表からの熱の放射を促進させる。  
e. 生体内部での熱の移動に最も寄与しているのは組織の熱伝導である。

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

第33回(2020)

【AM80】回転中心 O で支えられた剛体の棒に図のような荷重が働き、棒は静止している。O 点まわりのモーメントのつり合いを表す式はどれか。

- (1)  $J \sin \beta + Ma \sin \theta - Wb = 0$   
(2)  $Ma \sin \theta - Wb = 0$   
(3)  $J \cos \beta + Ma \cos \theta - Wb = 0$   
(4)  $Ma \cos \theta - Wb = 0$   
(5)  $Ma - Wb = 0$



【AM81】塑性変形について正しいのはどれか。

- a. 外力を取り除くと形状が完全に元に戻る。 b. 永久にひずみが生じる。  
c. 降伏現象により生じる。 d. ヤング率により変形が評価できる。  
e. パネのみを用いてモデル化できる。

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【AM82】流れにおけるベルヌーイの定理について正しいのはどれか。

- a. 粘性流体に適用される。 b. 力学的エネルギーが保存される。  
c. ひとつの流線上で成立する。 d. 重力とは無関係である。  
e. レイノルズ数を導くことが出来る。

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【AM83】ドブラ効果について誤っているのはどれか。

- a. 観測者と音源の相対運動で生じる。  
b. 音源が観測者に接近すると音が高く聞こえる。  
c. 光においても認められる。  
d. 山びこはドブラ効果である。  
e. 音波の振幅に関する現象である。

- (1) a、b (2) a、e (3) b、c (4) c、d (5) d、e

【PM84】注射器に12mLの空気を入れ、先端を閉じてピストンを押して、注射器内の圧力を 150mmHg に上昇させた。このとき注射器内の空気のおよその体積[mL]はどれか。ただし大気圧を 760mmHg とし、空気の温度変化はないものとする。

- (1) 11 (2) 10 (3) 9.0 (4) 8.0 (5) 6.0

【AM86】人体の熱特性について正しいのはどれか。

- a. 熱の生産は 1kW 程度である。  
b. 人体の皮膚は黒体と見なせる。  
c. 体表からの放射エネルギーのピーク波長は赤外領域にある。  
d. 呼吸の増加は熱放出を増す。  
e. 末梢血管の拡張は熱放出を抑制する。

- (1) a、b、c (2) a、b、e (3) a、d、e (4) b、c、d (5) c、d、e

【PM25】物理量と組立単位との組合せで誤っているのはどれか。

- (1) 応力 - N/m<sup>2</sup> (2) 仕事率 - J/s (3) 電荷 - A/s  
(4) 磁束 - V・s (5) 吸収線量 - J/kg

【PM80】スカラー量はどれか。

- (1) 力 (2) 変位 (3) 加速度 (4) 運動量 (5) 質量

【PM81】 ある材料を圧縮したとき、体積変化がなかった。この材料のポアソン比はどれか。

- (1) 0.1 (2) 0.3 (3) 0.5 (4) 0.7 (5) 1.0

【PM82】 半径  $R$ 、長さ  $L$  の円管内を粘性率  $\mu$  の液体が流量  $Q$  で流れている。流れが定常な層流のとき、管の上流と下流の圧力差はどれか。

- (1)  $\frac{\pi R^2 Q}{8\mu L}$  (2)  $\frac{\pi R^3 Q}{8\mu L}$  (3)  $\frac{8\mu L Q}{\pi R^4}$  (4)  $\frac{128\mu L Q}{\pi R^3}$  (5)  $\frac{128\mu L Q}{\pi R^4}$

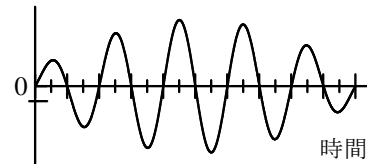
【PM83】 正しいのはどれか。

- a. 血管壁中のエラスチンの割合は脈波伝搬速度と正の相関を示す。
- b. 細い血管では血球が血管壁部に集まる。
- c. 動脈血圧のピーク値は体の部位によって異なる。
- d. ヘマトクリット値が上昇すると血液の粘性が増加する。
- e. 血管内径が小さくなると血管抵抗は上昇する。

- (1) a、b、c (2) a、b、e (3) a、d、e (4) b、c、d (5) c、d、e

【PM84】 図は一定周波数の音波の波形を示している。縦軸として妥当なのはどれか。

- (1) 音圧
- (2) 周期
- (3) 音速
- (4) 音色
- (5) エネルギー



【PM87】 同じ大きさの熱エネルギーが加えられたとき、温度上昇が最も大きくなるのはどれか。

- (1) 脂肪 (2) 肝臓 (3) 腎臓 (4) 骨格筋 (5) 血液

## 第26回(2013)

【AM80】(1) (5.2.1)

質量  $m$ 、速度  $v$  の物体の運動エネルギーは  $\frac{1}{2}mv^2$  である。問題の組み合わせの運動エネルギーは、以下の通りである。

$$(1) \frac{1}{2}mv^2 \quad (2) mv^2 \quad (3) \frac{1}{4}mv^2 \quad (4) \frac{1}{32}mv^2 \quad (5) \frac{1}{128}mv^2$$

【AM81】(4) (1.2)

本文 1.2 の説明そのままである。この手の問題の斜面の角度はほとんど  $30^\circ$  であり、そのとき物体は斜面方向に  $mg/2$  の力を受けるということは覚えておいたほうがよい。

【AM82】(4) (2.1.4)

$\sigma = E \cdot \varepsilon$  を使う。 $\sigma$  (応力、Pa) = 力 [N] / 断面積 [m<sup>2</sup>]、 $\varepsilon$  (ひずみ) = 伸び [m] / 元の長さ [m]、 $E$  はヤング率 [Pa] である。本問に当てはめると

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \Rightarrow \frac{1 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 50 \times 10^6 \times \frac{x}{1}$$

の  $x$  を求めることになる。これを解けば  $x = 0.098$  が得られるが、単位が  $m$  なので  $mm$  に直せば  $98 [mm]$  となり、(4) が最も近い。この場合、律儀に  $9.8$  を使う必要はなく  $10$  で計算する方が楽である。

【AM83】(5) (8.6)

流れが層流のときに成り立つポアズイユの式の問題。流量は管径の 4 乗に比例！というやつである。管の半径を  $r(m)$ 、管長を  $L(m)$ 、流体の粘性率を  $\mu (Pa \cdot s)$ 、圧力差を  $\Delta p (Pa)$

とすれば、単位時間に流れる流体の体積(流量)  $Q(m^3/s)$  は、 $Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8\mu L}$  となる。

この問題では「水タンクをある高さに固定」→圧力差  $\Delta p$  が一定、「同じ長さ」→管長  $L$  が一定であり、また題意から最初も後も流すのは水→流体の粘性率  $\mu$  も一定である。結局、管の半径  $r$  が 2 倍になっただけであり  $Q$  は  $2^4 = 16$  倍となる。

【AM86】(5) (9.1、9.7、9.9)

音波は縦波である。超音波は可聴音より周波数が高いので直進性(指向性)がよく、減衰が大きい。音速は周波数とは関係なく空気中では約  $340m/s$ 、生体軟組織中(水中)では約  $1500m/s$  である。本書において反射については特に解説していないが、上の知識だけで(5)を選ぶことができる。

【PM31】(2) (9.9)

- (1) 生体軟組織中(水中)の音速は約  $1500m/s$ 。
- (3) 胎児や心臓の動きなども測定できる。
- (4)  $1MHz \sim 10MHz$  程度。というか、 $10kHz$  では超音波ではない。
- (5) ドプラ法は血行動態や血流速度を検査するもの。

【PM80】(3) (5.4)

計算は次の通り。

$0.1 \times 9.8 \times 2 \div 5 = 0.392$ 。【AM82】と同様に、問題文に重力加速度が  $9.8$  だと書いてあるからといって  $9.8$  を使うのはばかげている。 $10$  を使えば暗算で計算できる。

【PM81】(1) (3.3、3.4)

(1) がクリーブ現象であることを意外に思うかもしれないが、(2)～(5)は明らかにクリーブ現象とは何の関係もないので解答できる。ちなみに(3)は集軸効果(またはシグマ効果)という。

【PM82】(3) (5.2、5.3)

噴水といわれると、とたんにわからなくなるかもしれない。要するにある物体を  $10m/s$  で真上に投げたときの到達高さを出せばよい。計算にはエネルギー保存則を使うのが最も簡単。最初は  $mv^2/2$  のエネルギーを持っており、最高到達点ではそれがすべて  $mgh$  の位置エネルギーに変わるのである。 $mv^2/2 = mgh \rightarrow v^2/2 = gh$  で、 $v = 10$ 、 $g = 9.8$  とすると  $h = 5.1$  となるが、ここでも  $g = 10$  で計算した方がよい。

【PM83】(5) (9.1)

音圧とは音による圧力のこと(正確には大気圧からの変動分)で、これが大きいと大きな音になる。また音は疎密波(縦波)であり、媒質のひずみが伝搬することによって伝わる。音速に媒質の体積は無関係(バケツの水もプールの水も音速は同じ)。

【PM84】(3) (6.4.1、6.4.2、6.4.3)

ほとんど常識問題。対流とは暖まった空気が軽くなって上のぼり…というもので、無重力状態では重いも軽いもなく、対流は起こらない。

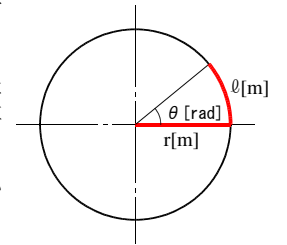
【PM85】(4) (3.4)

機械工学で出てきたのは粘弾性だけで、あとは生体物性などの内容であろうが、常識的に考えて(4)は間違いだとわかるはず。我々の体は磁石にはくっつかない。

## 第27回(2014)

【AM25】(4)

- a. SI 単位系の基本単位は、長さ(メートル  $m$ )、質量(キログラム  $kg$ )、時間(秒  $s$ )、電流(アンペア  $A$ )、温度(ケルビン  $K$ )、光度(カンデラ  $cd$ )、物質質量(モル  $mol$ ) の 7 つ。
- b.  $rad$  は吸収線量の単位としても用いられるが、SI 単位では角度(平面角)の単位である。右の図で  $\theta = \ell/r$  であり、単位で考えると  $rad = m/m$  となるから  $rad$  は無次元の単位である。
- c.  $Hz$  は周波数(振動数)の単位で、1 秒間に何回の振動があるかを表すので  $Hz = \text{回数}/s$  であるが、回数は物理量ではないので  $Hz = 1/s$  となり組立単位である。
- d. その通りである。詳細は電気の授業で習うはず。
- e. 数を示す接頭語は  
 $10^{18}$  エクサ  $E$ 、 $10^{15}$  ペタ  $P$ 、 $10^{12}$  テラ  $T$ 、 $10^9$  ギガ  $G$ 、 $10^6$  メガ  $M$ 、 $10^3$  キロ  $k$   
 $10^{-3}$  ミリ  $m$ 、 $10^{-6}$  マイクロ  $\mu$ 、 $10^{-9}$  ナノ  $n$ 、 $10^{-12}$  ピコ  $p$ 、 $10^{-15}$  フェムト  $f$ 、 $10^{-18}$  アト  $a$   
 その他  $10^2$  ヘクト  $h$  (hPa など)、 $10^{-1}$  デシ  $d$  ( $d\ell$ 、 $dB$  など)、 $10^{-2}$  センチ  $c$  (cm など) がある。今回は小さい方で  $10^{-18}$  が出題されたが、そうすると大きい方も  $10^{18}$  までは覚えておかねばなるまい。



【AM80】(5)

計算で解析的に解くのが本筋であろうが、試験中はそんな時間はないだろうから、頭でイメージして定性的に考えよう。

(1) 周囲に抵抗があってもなくても、手をゆっくりと動かせば「手の振幅 = おもりの振幅」となるが、手を早く動かすと手だけ動いておもりはほとんど動かなくなるだろう。なので



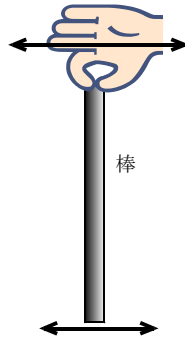
誤り。  
 (2) (1)と同じ考察。手をゆっくりと動かせば上下の振幅/おもりの振幅 = 1 だが、手を早く動かすと上下の振幅/おもりの振幅 = 上下の振幅 / 0 = ∞となる。誤り。

(3) 周囲に抵抗があってもなくても、おもりの振動の周波数と上端の周波数は同じである。異なるのは振幅と位相。

(4) 周囲に抵抗があってもなくても、上下の振動が正弦波ならおもりの振動も正弦波になる。加速度はおもりが振動の端っこに来たときが最大であり、このことは周波数とは関係ない。誤り。

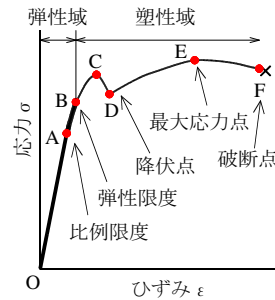
(5) これが正解。周囲に抵抗があってもなくても、ある周波数でおもりの振幅が最大になり、このとき系は共振している。

要するに本問では周囲の抵抗は関係ない。ちなみに簡単な実験で確かめることもできる。バネとおもりの代わりに棒を持って左右に振り、そのときの棒の先端の触れ具合を観察すればよい。棒は鉛筆のような短いものではなく、授業で先生が使う指し棒のような長めのものがわかりやすい。



【AM81】(3)

右図は応力ひずみ曲線。OA 間が応力とひずみが比例している部分で、この比例関係をフックの法則という。OB 間が弾性変形であるが、フックの法則が成り立つのは A の比例限度までである。c の線形弾性変形の線形とは、同じ弾性変形でも「比例している部分」の弾性変形ですよ、という意味。

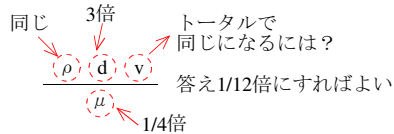


【AM82】(2)

直円管内を流れる流体のレイノルズ数は  $Re = \frac{\rho d v}{\mu}$  である。

ただし  $Re$  はレイノルズ数(無次元量)、 $\rho$  ( $kg/m^3$ )は流体の密度、 $d$  (m)は管の直径、 $v$  (m/s)は平均流速、 $\mu$  ( $Pa \cdot s$ )は粘度である。

まじめに計算してもよいのだが、次のように考えた方がよい。



問題文にあるように流れが相似というのはレイノルズ数と同じということ。本問ではカッコ付きで書いてくれているが、今後はこのような注釈が入らないことも考えられるので注意。

【AM84】(3)

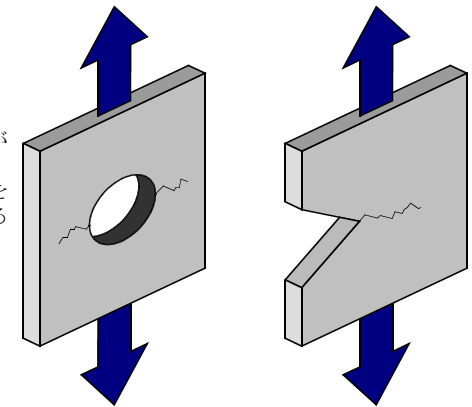
$v = f \cdot \lambda$  を使う。ただし  $v$  (m/s)は波の進行速度(ここでは音速)、 $f$  (Hz)は周波数、 $\lambda$  (m)は波長である。水中での音速 1500 m/s は必須知識。 $v = 1500$ 、 $f = 1 \times 10^6$  を代入すると  $\lambda = 1.5 \times 10^{-3} m = 1.5 mm$ 。

【AM86】(4)

媒質	音速 (m/s)	音響インピーダンス ( $\times 10^6 kg/m^2 \cdot s$ )	減衰
空気	☆ 340	0.0004 (☆とにかく小さい)	☆大
	(☆圧力に無関係、温度が高いと音速が増加)		
水	☆ 1500	☆ 1.5	☆小
軟組織	☆ 1500	☆ 1.5 (☆肺は小さい)	中 (☆肺は大きい)
骨	4080 (☆硬いと速い)	☆ 7.8	大 (空気と同程度)

【PM80】(4)

- 力を  $F$ 、質量を  $m$ 、加速度を  $a$  とすると  $F = m/a$  ではなく  $F = m \cdot a$  である。
- 力の単位は  $N$  (ニュートン) である。Pa (パスカル) は応力、圧力の単位。
- その通り。作用点とはその力がどこに働くか、ということ。
- その通り。大きさだけの量はスカラー。
- 速度 (velocity) はベクトル、速さ (speed) がスカラー。



【PM81】(2)

形状が急激に変化する場所に応力集中が起こる。  
 右図のような板を上下に引っ張ることをイメージして、どこに最初にヒビが入るかを考えればわかる。

【PM82】(2)

【AM82】にもあったように直円管内を流れる流体のレイノルズ数は  $Re = \frac{\rho d v}{\mu}$  である。

ただし  $Re$  はレイノルズ数(無次元量)、 $\rho$  ( $kg/m^3$ )は流体の密度、 $d$  (m)は管の直径、 $v$  (m/s)は平均流速、 $\mu$  ( $Pa \cdot s$ )は粘度である。

レイノルズ数が 2000 以下なら層流、3000 を超えると乱流。

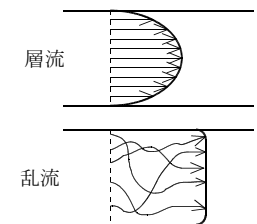
(1) ハーゲン・ポアゼイユの式は流れが層流のとき成立する。上式から  $v$  が小さい(流れが遅い)と層流になることがわかる。誤り。

(2) 攪拌は「かくはん」と読み、意味は「かき混ぜる」。右図を見れば一目瞭然だろう。正しい。

(3) 上式から  $v$  が小さい(流れが遅い)と層流になることがわかる。誤り。

(4) 同様に  $\mu$  が小さい(粘性率が低い)と乱流になることがわかる。誤り。

(5) 連続の式とは「入ってきた流体と出て行った流体の量は同じ」というもので、これは層流・乱流に関係なく成立する。誤り。



【PM83】(3)

ドップラー効果の問題だが、従来より進化している。  
式は以下の通り。

$$f' = f \times \frac{V \pm v_0}{V \pm v_s}$$

$f'$  (Hz): 観測者が聞く音の周波数、 $f$  (Hz): 音源の周波数、 $V$  (m/s): 音速、 $v_0$  (m/s): 観測者の速度、 $v_s$  (m/s): 音源の速度。

$V \pm v_0 \rightarrow$  近づこうとすれば+、遠ざかろうとすれば-  
 $V \pm v_s \rightarrow$  近づこうとすれば-、遠ざかろうとすれば+

本問の状況を考えて、  
観測者は音源から逃げている  $\rightarrow$  遠ざかろうとしている。  
音源は観測者を追いかけている  $\rightarrow$  近づこうとしている。  
これを踏まえて式を書くと

$$f' = f \times \frac{V - v_0}{V - v_s} = f \times \frac{V - \frac{1}{5}V}{V - \frac{1}{5}V} = f \times \frac{24}{25} = f \times \frac{6}{5}$$

となる。観測者より音源の方が早いので、結局は近づくことになるが、

$$f' = f \times \frac{V + v_0}{V - v_s}$$

ちなみに本問での観測者の速度は時速約 49km、音源の速度は時速約 245km であり、新幹線が車を追いかけるといった感じである。従来の「止まっている観測者に向かって音速の1/3の速度(時速約 408km)で音源が近づく」といった問題より現実的になっている。また、単に近づく、遠ざかるではなく、近づこうとしている、遠ざかろうとしているという概念が登場している。

【PM84】(2)

考え方は右図の通り。

水の比熱は 1cal/g・°C であるから  
A の 20°C 水の持つ熱エネルギーは 0°C を基準として  
A = 20 × 9900 × 1cal。

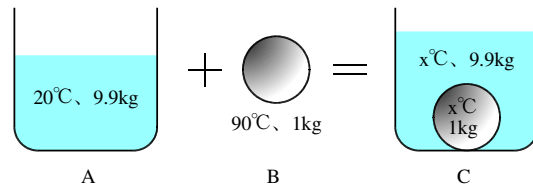
B の鋼球の比熱は水に対して 0.1  
だから 0.1cal/g・°C。

熱エネルギーは 0°C を基準として  
B = 90 × 1000 × 0.1cal。

C は平衡状態で、水も鋼球も同じ温度になっており、これを x°C とすると、熱エネルギーは 0°C を基準として C = x × 9900 × 1 + x × 1000 × 0.1cal。

A + B = C として x を求めると x = 20.7 となる。

熱エネルギー量は同じ



【PM85】(1)

媒質	音速 (m/s)	音響インピーダンス (× 10 <sup>6</sup> kg/m <sup>2</sup> ·s)	減衰
空気	☆ 340 (☆圧力に無関係、温度が高いと音速が増加)	0.0004 (☆とにかく小さい)	☆大
水	☆ 1500	☆ 1.5	☆小
軟組織	☆ 1500	☆ 1.5 (☆肺は小さい)	中 (☆肺は大きい)
骨	4080 (☆硬いと速い)	☆ 7.8	大 (空気と同程度)

第28回 (2015)

【AM32】(2)

- 誤。生体軟部組織での音速は約 1.5km/s である。
- 正。軟組織→約 1500m/s、硬組織→約 4000m/s。
- 誤。胎児や心臓なども撮影できる。
- 誤。0.5 ~ 20MHz 程度。【PM82】でも同じ問題が出ている。
- ドブラ法はドップラー効果を使って生体内血流情報を表示する方法。

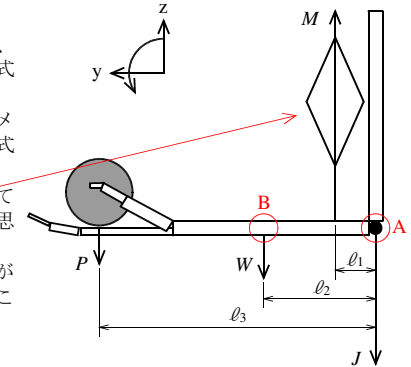
【AM80】(2)

A 点まわりのモーメントの釣り合いなら(2)式、  
B 点まわりのモーメントの釣り合いなら(5)式になる。

聞かれているのは「肘関節まわりの力のモーメントの釣り合いを表す式」なので A 点の(2)式が答えだろう。

それにしても「モーメントの釣り合い」として正しい式が 2 つあるのは問題としてどうかと思う。

ちなみにこの菱形が何なのかわからないのだがたぶん筋肉ですかね。いろいろとツッコミどころが多い問題である。



【AM81】(3)

- 誤。応力は作用する荷重を断面積で割ったものである。
- 正。元の長さを L、のびを  $\ell$  とするとひずみは  $\ell/L$  だから変形の度合いを比で表したものとイえる。
- 正。その通り。
- 誤。せん断応力によって生じるひずみはせん断ひずみ。横ひずみは荷重と垂直の方向に現れるひずみ。
- 誤。弾性係数は応力をひずみで割ったものである。

【AM82】(4)

$\rho$  (kg/m<sup>3</sup>) を流体の密度、L (m) を管の直径、v (m/s) を平均流速、 $\mu$  (Pa·s) を粘度として、レイノルズ数 Re は次の式になる。

$$Re = \frac{\rho Lv}{\mu}$$

ここに問題に示されたの値を代入する。ただし L の単位は m なので 20 ではなく 0.02 とすることに注意。

【AM83】(4)

$v = f \cdot \lambda$  ( $v$ : 波の速度 (m/s)、 $f$ : 周波数 (Hz)、 $\lambda$ : 波長 (m)) を使う。  
水中における音波だから  $v = 1500$  m/s である。また図からこの波は 0.1ms 周期であることがわかり、従って  $f = 10,000$  Hz (= 10kHz) である。 $\lambda = v/f = 0.15$  だが、この単位は m なので cm に直して 15cm となる。

【AM84】(2)

水 3L の質量は 3kg。25°C → 37°C だから 12°C 温度上昇させることになる。水の比熱が 4.2kJ/(kg·K) というのは水 1kg の温度を 1°C (= 1K) 上昇させるのに 4.2kJ 必要ということ。3kg の水の温度を 12°C 上げるには  $3 \times 12 \times 4200 = 151200$  J 必要になる。

500W のヒータは 1 秒間に 500J のエネルギーを放出するが、加温に使われるのはそのうちの 80% なので、1 秒あたり  $500 \times 0.8 = 400\text{J}$  である。これで 151200J に達するには  $151200 \div 400 = 378$  秒かかる。  
 ちなみに上の説明で「1℃ (= 1K)」と書いたが、これは「℃と K のきざみが同じ」という意味。温度の値でいえば  $1^\circ\text{C} = 274\text{K}$  である。

【PM46】(5)

$v = f \cdot \lambda$  ( $v$ : 波の速度 (m/s)、 $f$ : 周波数 (Hz)、 $\lambda$ : 波長 (m))。  
 $v = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、 $f = 1.5 \times 10^9 \text{ Hz}$  として  $\lambda = v/f = 0.2\text{m} = 20\text{cm}$ 。

【PM80】(2)

物体を落下させたときの落下距離は  $gt^2/2$ 。これを 10 とおく。g は  $9.8\text{m/s}^2$  だがここでは  $g = 10$  としよう。すると  $t^2 = 2$  で  $t = \sqrt{2}$  となる。

【PM81】(5)

流速は連続の式。管路抵抗はポアズイユの式を使う。  
 まず流速から。上流の流速を  $v_{\text{上}}$ 、下流の流速を  $v_{\text{下}}$  としよう。上流も下流も流れる量は同じというのが連続の式で

$$v_{\text{上}} \cdot A = v_{\text{下}} \cdot (A/2)$$

となる。ここから  $v_{\text{下}} = 2 \cdot v_{\text{上}}$  で下流では流速が 2 倍になることがわかる。この時点で (5) が答えだとわかる。

答えはわかったが管路抵抗の方も確認しておこう。ポアズイユの式は

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \mu L}$$

であるが、これは  $\Delta P = \frac{8 \mu L}{\pi r^4} Q$  と書ける。

$\Delta P$  は上流と下流の圧力差で電気では電圧に相当する。Q は流量で電流に相当する。

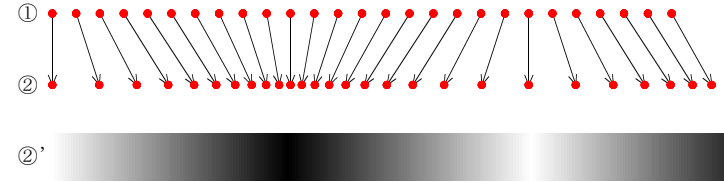
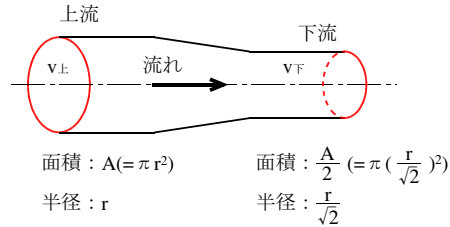
ということは  $\frac{8 \mu L}{\pi r^4}$  が抵抗になるわけである。図に示したように下流では半径が  $r/\sqrt{2}$  になっているので

$$\text{上流の管路抵抗} = \frac{8 \mu L}{\pi r^4}、\quad \text{下流の管路抵抗} = \frac{8 \mu L}{\pi \left(\frac{r}{\sqrt{2}}\right)^4} = \frac{8 \mu L}{\pi r^4} \times 4$$

となる。

【PM82】(4)

- (1) 正。その通り。
- (2) 正。周波数が高いほど直進性が高くなる。
- (3) 正。ドップラー効果の式を使って説明することは可能だが、そこまでしなくても日常的に経験する内容だろう。
- (4) 誤。図にするとわかりやすい。音波は疎密波であるから、音で考えよう。①は無音状態。②は音がある状態。②'は②をグラデーションで描いたもの。密な部分は空気がギュッと集まっていて、圧力が高くなる。
- (5) 正。その通り。



【PM84】(3)

やっぱり出ました PV = nRT 問題。

加熱前:  $10 \times 0.3 = nR \times 300$  ①

加熱後:  $20 \times V = nR \times 400$  ②

①から  $nR = 0.01$  であり、これを②に代入すると  $V = 0.2$  となる。

【PM85】解答なし

固有音響インピーダンスの単位は  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  であって  $\text{kg}/(\text{m}^2/\text{s})$  ではない。この時点で不適切問題であり解答なしである。とりあえず  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  として考えてみよう。

機械工学というより生体物性の問題なので、覚えていれば終わりだが、実は覚えてなくても何とかなる。音響インピーダンスは媒質中の音速と媒質の密度との積で表される。生体軟組織の音速は  $1500 \text{ m/s}$ 、密度は水とほぼ同じで  $1000 \text{ kg/m}^3$ 、積をとると  $1500 \times 1000 = 1.5 \times 10^6$  となり (4) が答えとなる。

固有音響インピーダンスの単位を間違えたのはついうっかりだろう。そのうっかりのために本問は不適切問題となった。

【PM86】(4)

熱の移動で数値計算が出題されたのは初めてではないだろうか。

式は次の通り。

$$Q = k \cdot A \cdot t \cdot \frac{\Delta \theta}{\Delta x}$$

単位に気をつけよう。このような公式の単位はすべて SI 単位であり、例えば長さは m である。

熱伝導率  $k = 5 \times 10^{-3} \text{ J}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}) = 0.5 \text{ J}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$

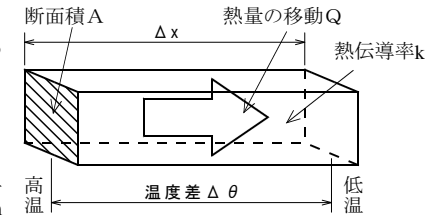
断面積  $A = 10\text{cm}^2 = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

時間  $t = 1 \text{ 分間} = 60\text{s}$

両面の温度差  $\Delta \theta = 4^\circ\text{C}$

厚さ  $\Delta x = 5\text{mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$

これらの値を代入すれば  $Q = 24\text{J}$  が得られる。



第29回 (2016)

【AM80】(5)

反時計回りの力のモーメントは  $1 \times 0.3 + 1 \times 0.15 = 0.45\text{kgf} \cdot \text{m}$ 。

時計回りの力のモーメントは  $F \times 0.05 = 0.05F \text{ kgf} \cdot \text{m}$ 。

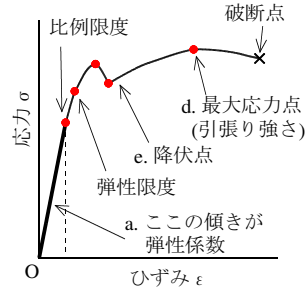
これが釣り合って  $0.05F = 0.45$ 。従って  $F = 9\text{kgf}$ 。

これを N に直すと  $9 \times 9.8 = 88.2\text{N}$ 。

【AM81】(3)

応力-ひずみ線図は材料によっていろいろな形をとるが、臨床工学技士関係試験の範囲では、教科書にある右図の形を考えればよい。

- 比例限度まではフックの法則  $\sigma = E \cdot \epsilon$  が成り立ち弾性係数すなわちヤング率  $E$  は右図太線の傾きになる。
- 応力-ひずみ線図は弾性に関する情報で、粘性関係はわからない。
- ポアソン比は縦ひずみと横ひずみの比。応力-ひずみ線図は縦ひずみの情報。
- 引張り強さは最大の応力を示す部分。
- 降伏応力には上降伏応力と下降伏応力がある。



【AM82】(3)

- 圧縮性流体とはその名の通り圧縮できる流体。空気は圧縮性流体。
- 非圧縮性流体とは圧縮できない流体。油は非圧縮性流体。
- 完全流体とは粘性ゼロの流体。理想流体とも言う。現実には存在しない。
- すべての流体は粘性流体なのだが、あえて粘性流体というときはグリセリンのようなかなり粘性の高い流体に使う。
- 粘弾性流体とは粘性と弾性をあわせ持った流体。血液の弾性は主に赤血球の変形に由来する。

【AM84】(3)

ドップラー効果の問題。

$$f' = \frac{c \pm v_0}{c \pm v_s} f$$

$f'$  (Hz): 観測者が聞く音の周波数、 $f$  (Hz): 音源の周波数、 $c$  (m/s): 音速、 $v_0$  (m/s): 観測者の速度、 $v_s$  (m/s): 音源の速度  
 $c \pm v_0 \rightarrow$  近づこうとすれば+、遠ざかろうとすれば-  
 $c \pm v_s \rightarrow$  近づこうとすれば-、遠ざかろうとすれば+

$$f_{近} = \frac{c}{c-v} f$$

遠ざかるとき。

$$f_{遠} = \frac{c}{c+v} f$$

その差は  $f_{近} - f_{遠}$ 。

【AM85】(1)

反射係数とは境界面でどのくらい波が反射するかというもので、0% (反射なし) から 100% (全反射) の値をとる。境界の両面の特性音響インピーダンスを  $Z_1$ 、 $Z_2$  とすると、振幅で

$$\text{表した反射係数 } S \text{ は } S = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \times 100\% \text{ となる。 } Z_1 = 1.35 \times 10^6, Z_2 = 1.65 \times 10^6 \text{ を代入}$$

して  $S = 10\%$  を得る。計算上は  $\times 10^6$  は無視できることに注意。

【PM80】(2)

質量  $m$  [kg] の物体が半径  $r$  [m] の円周上を速度  $v$  [m/s] で等速円運動しているとき

$$\text{角速度 } \omega \text{ [rad/s]} = v/r$$

$$\text{加速度 } a \text{ [m/s}^2\text{]} = v^2/r = r\omega^2$$

$$\text{遠心力 } F \text{ [N]} = mv^2/r = mr\omega^2$$

となる。

計算に必要な情報は全て問題文に書いてあるが、単位に気をつけなければならない。

$$\text{質量 } m \text{ [kg]} \rightarrow \text{質量 } 100\text{g} \rightarrow m = 0.1\text{kg}$$

$$\text{半径 } r \text{ [m]} \rightarrow 30\text{cm} \rightarrow 0.3\text{m}$$

$$\text{各速度 } \omega \text{ [rad/s]} \rightarrow 1 \text{ 分間に } 30 \text{ 回転} \rightarrow 1 \text{ 秒間に } 0.5 \text{ 回転} \rightarrow 1 \text{ 秒間に } \pi \text{ [rad]}$$

$$\rightarrow \omega = \pi \text{ [rad/s]}$$

$$\text{よって } F \text{ [N]} = mr\omega^2 = 0.3\text{N}$$

ちなみに  $\pi^2$  は  $\pi^2 = 10$  と近似して良い。

【PM81】(2)

$$\text{応力 } \sigma \text{ [Pa]} = \text{力 [N]} / \text{面積 [m}^2\text{]}, \text{ 本問では } \sigma \text{ [Pa]} = 1000 / (1 \times 10^{-4}) = 1 \times 10^7.$$

$$\text{ひずみ } \epsilon = \text{伸び [m]} / \text{元の長さ [m]}, \text{ 本問では } \epsilon = 0.5 \times 10^{-3} / 10 = 0.5 \times 10^{-4}.$$

$$\text{フックの法則 } \sigma = E \cdot \epsilon \text{ より } E \text{ を求める。 } E \text{ [Pa]} = \sigma / \epsilon = (1 \times 10^7) / (0.5 \times 10^{-4}) = 200 \times 10^9 = 200 \text{ [GPa]}.$$

【PM82】(4)

ポアズイユの法則そのままですべて全くひねりはない。

【PM83】(5)

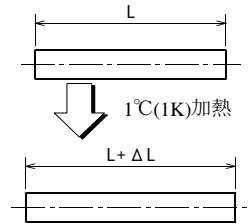
これまた何のひねりもない。患者のベッドを 10cm 高くしたので血圧が 10cmH<sub>2</sub>O だけ高く測定された、というだけのこと。

【PM84】(4)

物体は温度が高くなると膨張する。元の長さが  $L$  [m] の棒を 1 °C (1K) 加熱したら長さが  $L + \Delta L$  になったとすると、線膨張係数は  $\Delta L / L$  [K<sup>-1</sup>] である。

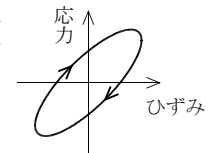
元の長さが 2m で線膨張係数が  $1.2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  とであるなら、この棒の温度を 1 °C 上昇させると伸びは  $1.2 \times 10^{-5} \times 2$  [m]。

温度の上昇が 10 °C なら、伸びはその 10 倍で  $1.2 \times 10^{-5} \times 20 \times 10$  [m] =  $240 \times 10^{-6}$  [m] =  $240$  [μm]。



【PM86】(1)

- 「ヤング率が大きい」とは変形しにくいということ。「応力に対するひずみが大きい」とは変形しやすいということ。矛盾している。
- ポアソン比は一般の金属で 0.3 程度、生体軟組織で 0.5 程度。
- 粘弾性体の応力-ひずみ線図 (右図)。
- 「引っ張りに対する変形の割合が大きい」とは変形しやすいということ。腱より筋組織の方が変形しやすい。
- 「粘性係数が小さい」とはサラサラしているということ。



【PM88】(2)

- 風が吹けば寒く感じる。
- 対流が起こるスペースがない。
- 遠赤外光である。

- d. 温度差に比例。ポアズイユの法則と勘違いさせようとしている？  
 e. 血流は生体内での熱輸送に大きな役割を持っている。風邪で熱があるとき、冷たいタオルは額より首の後ろとか脇の下とか大きな血管が通っている部分に当てた方がいいという話を聞いたことがあるでしょう。

第30回(2017)

【AM80】(3)

重りが100cm上にあることは関係が無い。

Aだけの場合 :  $20\text{cm} \times 0.5\text{kgf} = 10\text{cm} \cdot \text{kgf}$

Bを追加した場合:  $20\text{cm} \times 0.5\text{kgf} + 10\text{cm} \times 1\text{kgf} = 20\text{cm} \cdot \text{kgf}$

従って力のモーメントは2倍になる。

【AM81】(4)

フックの法則を書くと、応力=ヤング率×ひずみ。

もう少し詳しく書くと、力(N)/断面積(m<sup>2</sup>)=ヤング率(Pa)×伸び(m)/元の長さ(m)。  
 力 =  $100 \times 9.8$  (N)、断面積 =  $4 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>、ヤング率 =  $100 \times 10^9$  Pa、元の長さ = 2m を代入して伸びを計算すると、伸び =  $4.9 \times 10^{-3}$  m = 4.9mm となる。

【AM82】(1)

圧力(Pa) = 力(N)/断面積(m<sup>2</sup>)とお手軽圧力換算式を使う。

まず圧力は  $760\text{mmHg} \approx 10$  万 Pa であるから  $100\text{mmHg} \approx 13158\text{Pa}$ 。

面積は  $1.0\text{cm}^2 = 1 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>。

よって求める荷重は  $13158 \times 1 \times 10^{-4} = 1.3\text{N}$ 。

【AM84】(3)

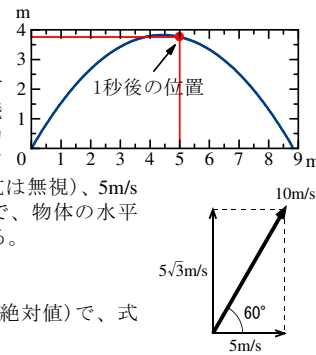
$v$  (m/s) =  $f$  (Hz) ×  $\lambda$  (m) を使う。図を見ると 1ms に 1 回の振動なので  $f = 1000\text{Hz}$  であることがわかる。音速は温度によって異なるので 25℃ ではいくらか…などと悩まず、素直に  $v = 340\text{m/s}$  を使おう。すると  $\lambda = 0.34\text{m} = 34\text{cm}$  となる。

【AM86】(3)

たぶんすべてに○×をつけるのは難しいでしょう。しかし(3)が正しい(生体物性などで習ったはず)ので、正解を選ぶことができる。

【PM80】(3)

水平面から 60° の角度で斜め上方に 10m/s の速度で発射された物体は、横方向に 5m/s、上方向には  $5\sqrt{3}\text{m/s}$  で飛び始める。このへんは力の合成分解と同じである。重力によって上方向の速度は減速し、やがて下向きに落ちてくる。一方、横方向にはそのような制約は無く(空気抵抗は無視)、5m/s で飛び続ける。発射 0.1 秒後も 0.5 秒後も 1 秒後も同じで、物体の水平方向速度は 5m/s である。物体の飛行軌跡は放物線になる。



【PM81】(5)

ポアソン比とは縦ひずみ  $\epsilon_L$  と横ひずみ  $\epsilon_D$  との比(の絶対値)で、式で書けば  $|\epsilon_D / \epsilon_L|$ 。

$$\epsilon_D = (-0.76 \times 10^{-6}) / (4010^{-3})$$

$$\epsilon_L = (30 \times 10^{-6}) / (600 \times 10^{-3})$$

これを先ほどの式に代入。

【PM82】(5)

ベルヌーイの定理  $P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{一定}$  を使う。この定理が成立するためには流体が非粘性流体、すなわち理想流体(完全流体)であることが必要である。またこの定理は流線に沿って成立する。絞りの前後にベルヌーイの定理を用いると

$$P_1 + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \text{ であるから } P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \text{ となる。}$$

【PM83】(2)

角振動数  $\omega$ 、速度  $v$ 、波長  $\lambda$  は解答者を惑わせるための不必要な情報。

【PM84】(4)

やっぱり出ました  $PV = nRT$ 。

加熱前:  $100 \times 30 = nR \times 300$

加熱後:  $P \times 40 = nR \times 400$

∴  $P = 100\text{kPa}$ 。

【PM85】(2)

(1) 周波数が「高く」なるほど組織中での指向性が高くなる。

(3) 軟組織 1500m/s、空中 340m/s。

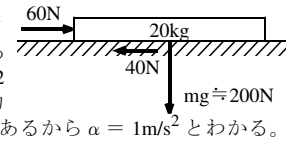
(4) 骨中の音速は約 4000m/s。

(5) 肺の音響インピーダンスは小さい。

第31回(2018)

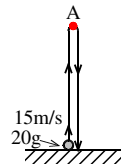
【AM80】(2)

箱 A、B、C などというのは受験生を惑やすためのギミックで、要するに  $4 + 6 + 10 = 20\text{kg}$  の物体を押しているのである。下向きに  $mg \approx 200\text{N}$  の重力がかかり、動摩擦係数が 0.2 なので  $200 \times 0.2 = 40\text{N}$  のブレーキがかかる。従って押し力は  $60 - 40 = 20\text{N}$  となる。 $F = m \cdot a$  で  $F = 20\text{N}$ 、 $m = 20\text{kg}$  であるから  $a = 1\text{m/s}^2$  とわかる。

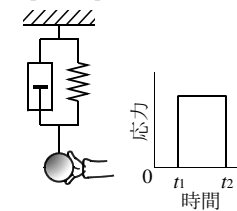


【AM81】(1)

A 地点から物体を落としたら地面に着いたときに 15m/s という事。物体を落としたときの速度は  $gt$  であるから  $g = 10\text{m/s}^2$  とすると  $t = 1.5\text{s}$ 。今の計算は A から下まで落ちる時間。下から A まで上がるのも全く同じなので、往復では 3s かかる。 $g$  を 10 ではなく 9.8 で計算すれば 3.06s となる。



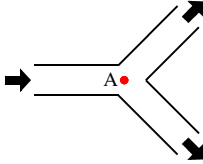
【AM82】(4)



本問のようにバネとダッシュポットを並列に接続した力学モデルをフォークトモデルと言い、直列に接続した力学モデルはマックスウェルモデルと言う。本問のシチュエーションは左図の時刻  $t_1$  のときにおもりから手を離し(応力がかかる)、 $t_2$  のときにおもりを取り外す(応力をなくす)というもので、そのときのひずみ(=伸びと考えて良い)を調べるといふものである。マックスウェルモデルで同じことを行くと答えは(2)になる。

【AM83】(3)

A 点について考える。1 秒間に左から流れこんでくる量 ( $Q_1$ ) = 1 秒間に右に流れ出て行く量 ( $Q_2 + Q_3$ ) である (c 式)。管の断面積を A とすると  $Q = vA$  であるから c 式  $Q_1 = Q_2 + Q_3$  は  $v_1A = v_2A + v_3A$  となり A で割れば b 式になる。



【AM84】(5)

- 確かに血管の分岐部では渦が起きやすいが、それは動脈での話で、毛細血管では流量も流速も低く渦は起きない。
- そんなことはない。
- 管が硬いほど中を流れる流体の脈波伝搬速度は速い。
- その通りである。
- 心臓から離れるほど低くなる。

【PM47】(2)

温度変化は  $60 - 20 = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 40\text{K}$ 。水の質量は  $100\text{g} = 0.1\text{kg}$ 。従って必要なエネルギーは  $40 \times 0.1 \times 4.2 \times 10^3 = 16800\text{J}$ 。500W とは 1 秒間に 500J ずつのエネルギーを放出するのだから、かかる時間は  $16800/500 = 33.6$  秒。

【PM80】(3)

ピストン内はどこも同じ圧力である (パスカルの原理)。従って  $10[\text{N}]/10[\text{cm}^2] = F[\text{N}]/50[\text{cm}^2]$ 。  $F = 50\text{N}$ 。

【PM81】(3)

固有角振動数:  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$  (rad/s)    固有振動数:  $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$  (Hz)    周期:  $T = \frac{1}{f_0}$  (s)

$k = 400$ 、 $m = 1$  を代入して  $T = 0.314$  [s]。

【PM82】(1)

絞りの後の流速を  $v_2$  とする。絞り前後で流量は同じなので  $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ 。

よって  $v_2 = (A_1/A_2) \cdot v_1$ 。

中心部分の流れにベルヌーイの定理  $P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{一定}$  を適用する。

$$P_1 + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \rho \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} \cdot v_1^2 - v_1^2 \right) = \frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( \frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)$$

【PM83】(2)

ドップラー効果問題。

$f' = f \times \frac{c \pm v_0}{c \pm v_s}$      $f'$  (Hz): 観測者が聞く音の周波数、 $f$  (Hz): 音源の周波数、 $c$  (m/s): 音速、 $v_0$  (m/s): 観測者の速度、 $v_s$  (m/s): 音源の速度

$c \pm v_0 \rightarrow$  近づこうとすれば+、遠ざかろうとすれば-

$c \pm v_s \rightarrow$  近づこうとすれば-、遠ざかろうとすれば+

観測者が静止音源に近づくととき  $f_{\text{近}} = f \times \frac{c + v_0}{c}$

観測者が静止音源から遠ざかるとき  $f_{\text{遠}} = f \times \frac{c - v_0}{c}$

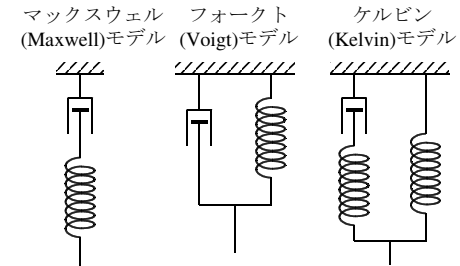
$f_{\text{近}} \times 0.9 = f_{\text{遠}}$  から  $v_0$  を計算すると  $v_0 = (1/19)c = 0.0526c$ 。  
 $(1/19)c \approx (1/20)c = 0.05c$  とやった方が計算が簡単。

【PM84】(5)

$Q = k \cdot A \cdot t \cdot \frac{\theta_1 - \theta_2}{L}$     長さ  $L$  に反比例する。

【PM86】(1)

- 正。全血は非ニュートン流体、血漿はニュートン流体と見なせる。
- 誤。生体軟組織のポアソン比はほぼ 0.5 である。
- 誤。ヤング率が大きいほど変形しにくい。
- 誤。マクスウェルモデルは直列、フォークトモデルは並列。下図参照。
- 誤。膠原繊維は伸展性に欠けるが、引張りには強い。



第32回(2019)

【AM80】(3)

浮力の問題ではあるが別に難しく考える必要は無く、バネばかりが  $500\text{g} \rightarrow 350\text{g}$  なのだから差額の  $150\text{g}$  は台ばかりが受け持つことになる。

【AM81】(3)

ひずみは単位長さあたりの変形量である。

【AM82】(1)

フックの法則  $F/A = E \cdot \Delta L/L$ 。本問では  $F = 8$  (N)、 $A = 4 \times 10^{-6}$  ( $\text{mm}^2$ )、 $\Delta L = 1.2 \times 10^{-3}$  (m)、 $L = 1.2$  (m)。ここから  $E = 2 \times 10^9$  (Pa) = 2 (GPa) となる。

【AM83】(4)

c、d 以外だと粘性率が減少する。

【AM84】(1)

$20 \text{ }^\circ\text{C}$  とかはどうしても良くて、要するに比熱の大きいものを選べば良い。常温・常圧で液体または固体の物質で最も比熱の大きいのは水である。

【PM80】(4)

質量と時間と仕事量(エネルギー)には向きはない。

## 【PM81】(2)

"速度に比例する抵抗力"というのを、ダンパ定数を比例定数として式で書けば「力=ダンパ定数×速度」となる。力の次元は  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 、速度の次元は  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  であることからダンパ定数の次元を出せる。

## 【PM82】(3)

動圧は  $(1/2)\times\rho\times v^2$  である。 $v$  は流速で本問では  $1\text{m/s}$ 。 $\rho$  は流体の密度で単位は  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  である。血液の密度は水とほぼ同じとして  $\rho = 1000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  で計算してみると動圧 = 500 となり、これの単位は Pa である。最後に Pa を mmHg に変換する。

## 【PM83】(2)

なるべく太くて流速の早い血管を選ぶ。

## 【PM84】(3)

$20^\circ\text{C}$ 、 $100\text{g}$  の水を  $30^\circ\text{C}$  とするために必要なエネルギーは  $4.2\times 100\times 10 = 4200\text{J}$  である。かかった時間は 1 分間 (60 秒) だから 1 秒当たりの放出エネルギー (仕事率) は  $4200/60 = 70\text{W}$  となる。

## 【PM85】(3)

- (1) 誤。ずり速度の SI 単位は  $1/\text{s}$  である。
- (2) 誤。生体軟組織のポアソン比はおよそ 0.5 である。
- (3) 正。
- (4) 誤。腱(スジ肉)は筋(普通の赤身肉)より硬い。
- (5) 誤。

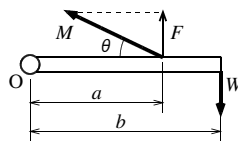
## 【PM86】(4)

- a. 誤。脂肪組織 約  $2.5\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、筋組織 約  $3.8\text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 。
- b. 誤。熱の生産が多い臓器は骨格筋と肝臓であるが、運動時は筋肉が 80% となる。
- c. 正。
- d. 正。
- e. 誤。生体内部での熱の移動に最も寄与しているのは血流である。

## 第33回 (2020)

## 【AM80】(2)

O 点まわりのモーメントを考えるのだから  $J$  を含んだ式は除外してよい。 $M$  を分力に分け(右図参照)  $Fa = Wb$  とすればよい。



## 【AM81】(3)

塑性変形は降伏前にも生じることがあるが、ここは空気を読もう。

## 【AM82】(3)

ベルヌーイの定理は理想流体の流線に沿って成立し、その本質はエネルギー保存則である。

## 【AM83】(5)

山びこは単に音の反射であり、ドプラ効果とは関係ない。ドプラ効果は音の周波数変化の現象であり、振幅とは関係ない。

## 【AM84】(2)

最初は大気圧 (760mmHg) だったものを「150mmHg に上昇」というのは表現がおかしい。この出題者はゲージ圧と絶対圧の区別がついていない。AM81 もそうだが、この試験は出題者のレベルが低い。舐めてかかろう。

さて「150mmHg に上昇」というのは大気圧 (760mmHg) をゼロ (基準) として、ということだろう。つまり  $760 + 150 = 910\text{mmHg}$  になったということだ。PV = nRT を使えば

操作前:  $760 \times 12 = nRT$

操作後:  $910 \times V = nRT$

ここから  $V = 10$  となる。

## 【AM86】(4)

成人男子 1 日の消費カロリーを 2500kcal とすると 1 秒あたりは約  $29\text{cal} \approx 122\text{J}$ 。つまり人体の熱生産は 120W 程度である。

黒体とは電磁波(光)反射しない物体のこと。人体が反射するのは可視光全体のごく一部であり(だから目に見える)、それ以外の波長の光はほぼ全部吸収されるため、ほぼ黒体とみなしてよい。

## 【PM25】(3)

電荷の単位は C (クーロン) = A·s。

## 【PM80】(5)

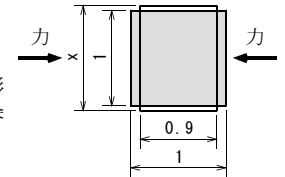
質量に向きはない。

## 【PM81】(3)

$1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^3$  のサイコロを押して右図のように変形したとする。縦ひずみは  $\epsilon_L = -0.1$ 。体積変化がないという条件から  $x$  を算出し、横ひずみ、ポアソン比を計算する。

変形後の体積は  $x^2 \times 0.9$  でこれが 1 であるから  $x = \sqrt{10/3}$ 。

横ひずみは  $\epsilon_D = x - 1$ 。ポアソン比  $\nu = \left| \frac{\epsilon_D}{\epsilon_L} \right|$ 。  $\sqrt{10} = 3.16$  とし計算すると  $\nu \approx 0.53$ 。



## 【PM82】(3)

ポアズイユの式そのまま。

## 【PM83】(5)

細い血管では血球が血管中心に集まる(集軸(シグマ)効果)。

## 【PM84】(1)

一定周波数であるから周期や音色は変わらない。音速、エネルギーも変化しない。

## 【PM87】(1)

水の比熱は大きく ( $1\text{cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ )、水を多く含む組織の比熱は大きい。脂肪は油であり比熱が小さい。