２０２０年度 スポーツ健康学部自己推薦特別入学試験（理数系）

筆記試験

設問Ⅰ

東京箱根間往復大学駅伝競走（通称「箱根駅伝」）は、毎年1月2日・3日の2日間にわたって催される駅伝大会である。合計200キロメートル（km）を超える距離を10区間に分割し、各大学の10人の代表選手がそれぞれの区間をリレー形式でつないで走り順位を競う。なかでも第5区はおよそ20（km）の距離の間に急こう配を登り続ける大会屈指の難コースである。したがってこの区間を走行する選手には持久力、筋力を始めとして強靭な体力が要求され、走行中に消費するエネルギーも非常に大きいと予想される。この消費エネルギーがどのくらいになるか、いくつかの仮定をしながら求めることにしよう。

仮定１　箱根駅伝の第5区の走行距離は20（km）であり、カーブのない完全に一直線のコースである。
仮定２　箱根駅伝の第5区はスタートからゴールまで登りのみのコースであり、その勾配は一定である。
仮定３　箱根駅伝の第5区におけるスタートとゴールの標高差は800（m）である。

問１　仮定１、２、３を踏まえて箱根駅伝の第5区の勾配は何%か答えなさい。なお角度がθ%とは、直角三角形における正接（タンジェント：tan）を百分率で表した時の角度がθになるという意味である。したがって角度θ%の坂道とは水平移動距離100（m）に対して垂直移動距離がθ（m）になるような坂道である（図 1）。表1の三角関数表を参考にして求めなさい。なお回答の値は小数点第1位を四捨五入し、整数で表すこと。

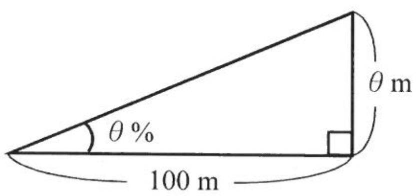

図１

表１

角度（°）	正弦（sin）	余弦（cos）
0.0	0	1
0.6	0.01	0.99
1.1	0.02	0.99
1.7	0.03	0.99
2.3	0.04	0.99
2.9	0.05	0.99
3.4	0.06	0.99
4.0	0.07	0.99
4.6	0.08	0.99
5.2	0.09	0.99
5.7	0.1	0.99

問２　最速のランナーはこの箱根駅伝の第5区を1時間11分で走る。このランナーの平均走行速度は分速何メートル（m/min）になるか答えなさい。なお答えの値は小数点第1位を四捨五入し、整数で表すこと。

問３　ランナーが坂道を等速度運動（直線上を一定の速さで移動する運動のこと）で走って登る時に1分間（min）に消費する酸素の量（VO_2）（単位ミリリットル：mℓ）は、そのランナーの体重1（kg）あたりで表す（単位：mℓ/kg/min）と以下の式1で求めることができる。

式１　VO_2＝0.2×［速度（m/min）］＋ 0.9×［速度（m/min）］×［傾斜（%）÷100］＋3.5（mℓ/kg/min）

問1および問2で求めた値とこの式を用いて体重55（kg）のランナーが箱根駅伝の第5区を1時間11分かけて等速度運動で走る時に消費する酸素の総量は何リットル（ℓ）になるかを答えなさい。答えの値は小数点第1位を四捨五入し、整数で表すこと。

（裏面に続く）

問4　ランナーの消費するエネルギー（単位キロカロリー：kcal）は、すべて有酸素性代謝によって供給されると仮定すると、消費エネルギーは走行中に消費する酸素消費量（単位 ℓ）を用いて式2の様に計算できる。

式2　消費エネルギー（kcal）＝［酸素消費量（単位 ℓ)］× 5

問3で求めた値とこの式を用いて、体重55（kg）のランナーが箱根駅伝の第5区を1時間11分かけて等速度運動で走る時に消費するエネルギー量（kcal）を答えなさい。答えの値は小数点第1位を四捨五入し、整数で表すこと。

問5　問4で求めた消費エネルギーのうち、8割が体内に蓄えられた糖質の分解によって、残りの2割が体内に蓄えられた脂肪の分解によって供給されると仮定する。糖質1グラム（g）の分解によって4（kcal）のエネルギーが、脂肪1グラム（g）の分解によって9（kcal）のエネルギーが供給されるとした場合、体重55（kg）のランナーが箱根駅伝の第5区を1時間11分かけて等速度運動で走る時に分解される糖質と脂質はそれぞれ何グラム（g）になるか、問4で求めた値を用いてそれぞれ答えなさい。
答えの値は小数点第1位を四捨五入し、整数で表すこと。

設問Ⅱ

バットやラケットを短く握れば回転させやすくなって、そのヘッドスピードが速くなるといわれている。このことを以下のように考えてみた。

水平になっている細い一様な棒（質量 0.8 kg、長さ 1m）の左端付近を両手で握って、左端から 0.1mの点を中心にその棒を水平に回転させようとすると、鉛直軸まわりの棒の慣性モーメント（回転させやすさ・させにくさを表す数値で、大きいほど回転させにくい）はいくつになるか？そしてその回転中心をもう 0.1m 右にずらすと、慣性モーメントは、左端から 0.1m の点を中心に回転させた時の何％になるか？それぞれ求めなさい。

回転中心から x の位置に微小な質量 m があると慣性モーメントは I=∫x 2 d m、棒の単位長さ当たりの質量を ρ とすれば I=∫ ρ x 2 d x である。

設問Ⅲ

質量 60[kg]の人が 1[m]の高さの台から飛び降りた時、着地時に足の受ける圧力が臨界値 10^8[N/m^2]を超えなければ足を骨折しないといわれている。着地時間をどれだけ長くとれば骨折しないか、その臨界時間 T [sec]を求めなさい。足の骨の断面積は 4×10^{-5} [m^2]、重力加速度は g=9.8[m/sec^2]とする。

h [m]の高さの台上にいる質量 m [kg]の人は mgh の位置エネルギーをもっていて、飛び降りて着地直前の速度を v [m/sec]とすると、その位置エネルギーは同じ値の運動エネルギー1/2・mv^2に変換される。そして着地して地面から受ける鉛直上向きの衝撃力 F[N]が t [sec]間働くことによってその人の運動量（運動の勢い）mv は0になる。運動量の変化分は加わった力とその力が働いた時間の積に等しい。