2024年4月湖湘教育三新探索协作体高一期中联考

物　理

班级：_____ 姓名：_____ 准考证号：_____

（本试卷共16题，考试用时75分钟，全卷满分100分）

注意事项：

1. 答题前，先将自己的班级、姓名、准考证号写在试题卷和答题卡上，并将准考证条形码粘贴在答题卡上的指定位置。

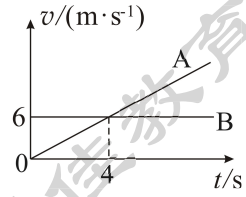
2. 选择题的作答：每小题选出答案后，用2B铅笔把答题卡上相应题目的答案标号涂黑。写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

3. 非选择题的作答：用签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内，写在试题卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

4. 考试结束后，将答题卡上交。

一、选择题：本题共7小题，每小题4分，共28分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 货车B正在平直公路上匀速行驶，经过某检查站时，警察发现货车B超载，立即驾驶警车A由静止开始匀加速启动去追赶货车B，两车的v-t图像如图所示，以下说法正确的是



A．两车的间距逐渐增大　　B．4 s末警车追上货车

C．8 s末警车追上货车　　D．警车永远追不上货车

【答案】C

【解析】设警车经时间t追上货车，则：$\frac{1}{2}at^2=v_Bt$，解得t=8 s，故C正确，B错误；两车的间距是先逐渐增大后逐渐减小，故A、D错误，故选C。

2. 山地自行车的牙盘、飞轮之间用链条传动。运动员为获得较好加速效果，骑行时将牙盘上的链条调整到半径最大的轮盘上，将飞轮上的链条调整到半径最小的轮盘上。已知牙盘上最大轮盘的半径为16 cm，飞轮上最小轮盘的半径为2 cm，则关于牙盘和飞轮边缘上两点的一些物理量的大小比值，正确的是



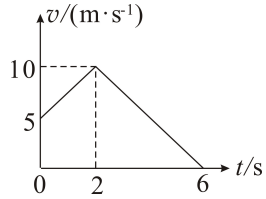
A．线速度之比为8∶1　　B．角速度之比为8∶1

C．周期之比为1∶8　　D．转速之比为1∶8

【答案】D

【解析】因飞轮和牙盘边缘上两点的线速度相等，故飞轮和牙盘的转速之比$n_1∶n_2=r_2∶r_1=1∶8$，D正确，A、B、C错误，故选D。

3．质量为 0.4 kg 的物体置于水平面上，在水平拉力作用下做匀变速直线运动，拉力作用 2 s 后撤去，物体运动的 v-t 图象如图所示，则在 0~6 s 内各个力做功的情况，下列说法中正确的是



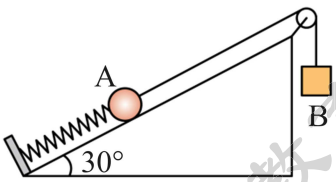
A．拉力 F 做功 70 J　　B．拉力 F 做功 30 J

C．物体克服摩擦力做功 15 J　　D．合外力做功 5 J

【答案】B

【解析】速度图象的斜率等于物体的加速度，则前 2 秒的加速度为 $a_1=\dfrac{10-5}{2}\ \mathrm{m/s^2}=2.5\ \mathrm{m/s^2}$，2～6 秒的加速度大小为 $a_2=\dfrac{10}{6-2}\ \mathrm{m/s^2}=2.5\ \mathrm{m/s^2}$，对于两段运动过程，由牛顿第二定律得 $F-f=ma_1$，$f=ma_2$，解得 F=2 N，f=1 N。前 2 秒内的位移为 $x_1=\dfrac{5+10}{2}\times 2\ \mathrm{m}=15\ \mathrm{m}$，2～6 秒内的位移为 $x_2=\dfrac{1}{2}\times(6-2)\times 10\ \mathrm{m}=20\ \mathrm{m}$，则拉力 F 做功为 W_F=Fx_1=30 J，物体克服摩擦力做功为 W_f=$f(x_1+x_2)$=35 J，合外力做功为 W=W_F －W_f=-5 J，故选 B。

4．如图所示，倾角为 30°的光滑斜面固定在水平地面上，小球 A 的质量为 2 kg，物块 B 的质量为 1 kg，轻质弹簧一端固定在斜面底端，另一端与 A 相连，A、B 间用一轻质细线连接，弹簧与细线均平行于斜面，A、B 均处于静止状态。下列说法正确的是（当地的重力加速度为 g）



A．剪断细线瞬间，小球 A 的加速度为 0.5g

B．剪断细线瞬间，小球 A 的加速度为 0

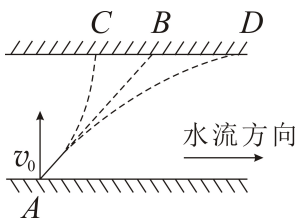
C．剪断细线后，小球 A 向下运动到最低点时，加速度为 0

D．剪断细线后，小球 A 向下运动过程中加速度先增大后减小

【答案】A

【解析】AB．开始时对 A 分析：$mg=2mg\sin 30^\circ+T_{弹}$，解得 $T_{弹}$=0，剪断细线瞬间，小球 A 受到的合力为 2mgsin30°,则加速度为 a=0.5g，选项 A 正确，B 错误。CD．剪断细线后，小球 A 向下运动过程中开始时 2mgsin30°>$T_{弹}$加速度向下，随弹力增加，加速度减小；当 2mgsin30°=$T_{弹}$时，加速度为零，速度最大；以后 2mgsin30°<$T_{弹}$，此时加速度沿斜面向上，则随弹力增加而增大，则加速度先减小后增大，在最低点时加速度最大，选项 CD 错误，故选 A。

5．一只小船从 A 点出发过河，河中水流速度各处相同且恒定，小船相对于水的初速度大小为 v_0，船头的方向垂直于河岸，小船相对于水依次做匀加速运动、匀减速运动、匀速运动。在河中的运动轨迹如图中虚线所示，其中虚线 AB 为直线。则下列说法中正确的是



A．船沿三条不同路径渡河的时间相同

B．船沿 AC 轨迹渡河所用的时间最短

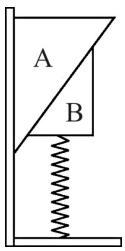
C．船沿 AB 轨迹到达对岸前瞬间的速度最大

D．船沿 AD 轨迹运动时，相对于水做匀加速直线运动

【答案】B

【解析】船沿水流方向做匀速运动，沿 AC 轨迹渡河时沿水流方向的位移最小，故所用的时间最短，故 B 正确，A 错误；船沿 AB 轨迹运动时，轨迹为直线，由于水流速度各处相同且恒定，可知只有当小船相对于水做匀速运动时，轨迹才可能沿 AB 方向，此时两个分运动均为匀速直线运动，则船相对于水做匀速直线运动，船沿 AB 轨迹到达对岸前瞬间的速度不是最大，故 C 错误；河的宽度一定，根据分运动的等时性，结合位移公式可知，船相对于水做匀减速直线运动时到达对岸的时间最长，D 错误，故选 B。

6. 如图所示，物体 A 左侧为粗糙的竖直墙面，在竖直轻弹簧作用下，A、B 保持静止。若在 A 的上方加一竖直向下的外力 F，使 A 缓慢下移一小段距离，在此过程中，下列说法正确的是



A．物体 A 受到 5 个力的作用

B．物体 B 受到 4 个力的作用

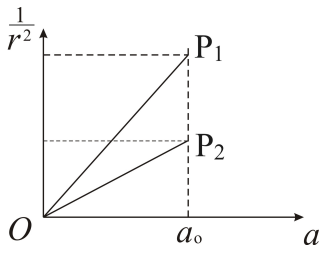
C．物体 A 相对于物体 B 下滑

D．物体 A 对物体 B 的作用力不断变大，方向始终垂直于 AB 接触面向下

【答案】B

【解析】对 A 物体，当施加 F 后受重力、外力 F、B 对 A 的支持力和静摩擦力，只受 4 个力的作用，A 错误；当施加 F 后，B 物体仍然处于平衡，受重力、A 对 B 的压力、弹簧弹力、A 对 B 的摩擦力共 4 个力的作用，B 正确；施加 F 后，虽然 A 对 B 的摩擦力增大了，但同时 A 对 B 的压力也增大了，物体 A 不会相对于 B 下滑，因此 C 错误；施加 F 后，由平衡条件可知：物体 A 对物体 B 的作用力不断变大，但方向不是垂直于 AB 接触面向下，而是竖直向下，故 D 错误。

7. 两颗互不影响的行星 P_1、P_2 各有一颗近地卫星 S_1、S_2 绕其做匀速圆周运动。图中横轴表示行星周围空间某位置的引力加速度 a，纵轴表示某位置到行星中心距离 r 平方的倒数，$\frac{1}{r^2}$-a 图像如图所示，卫星 S_1、S_2 的引力加速度大小均为 a_0，则下列说法正确的是



A．S_1 的质量比 S_2 的大

B．P_1 的质量比 P_2 的大

C．P_1 的第一宇宙速度比 P_2 的大

D．P_1 的平均密度比 P_2 的大

【答案】D

【解析】根据牛顿第二定律得 $G\frac{Mm}{r^2}=ma$，则行星对周围空间各处物体的引力产生的加速度为 $a=\frac{Mm}{r^2}$，由此不能判断近地卫星S_1、S_2的质量大小，故A错误；由数学知识知，$\frac{1}{r^2}-a$ 图

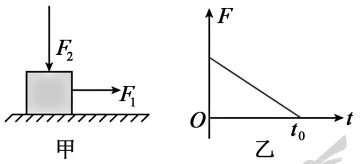
像的斜率等于$\frac{1}{GM}$，斜率越大，则GM越小，M越小，所以P_1的质量比P_2的小，故B错误；设第一宇宙速度为v，则$a_0=\frac{v^2}{R}$，可得$v=\sqrt{a_0R}$，a_0相等,由图可以看出，P_1的半径比P_2的半径小，所以P_1的第一宇宙速度比P_2的小，故C错误;行星的平均密度

$$\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{\frac{a_0R^2}{G}}{\frac{4}{3}\pi R^3}=\frac{3a_0}{4\pi GR}$$

，P_1的半径比P_2的半径小,则P_1的平均密度比P_2的大，故D正确。

二、选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8．如图甲，一个物块放在粗糙的水平地面上，在两个恒力 F_1、F_2 作用下做匀速直线运动。t=0 时刻，其中某个力发生变化，大小随时间的变化关系如图乙所示，在 0~t_0 时间内，下列说法正确的是



A．若变化的是 F_2，物块可能做匀加速直线运动

B．若变化的是 F_2，地面对物块的摩擦力一直减小

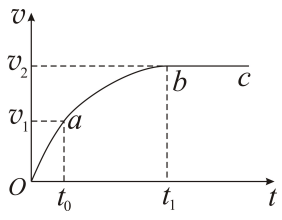
C．若变化的是 F_1，地面对物块的摩擦力可能一直不变

D．若变化的是 F_1，物块运动的加速度不可能先增大后不变

【答案】BC

【解析】AB. 物块做匀速直线运动，根据平衡条件有 $F_1=f=\mu(mg+F_2)$，若变化的是 F_2，物块的正压力减小，物块所受的摩擦力减小，物块向右的合外力逐渐增大，物块做加速度增大的加速直线运动，故 A 错误，B 正确。CD. 若变化的是 F_1，在 0~t_0 内物块可能一直做减速运动，物块受到滑动摩擦力，保持不变，故 C 正确；若变化的是 F_1，且在 0~t_0 时间内，物块未停止运动，则随着 F_1 的减小，物块向左的合外力逐渐增大，物块运动的加速度逐渐增大，若变化的是 F_1，且在 0~t_0 时间内某时刻，物块停止运动，则物块运动的加速度先增大，后为零，故 D 错误；故选 BC。

9．一质量为 m 的汽车在水平路面上启动，其 v-t 图像如图所示，Oa 为过原点的倾斜线段，ab 为曲线，bc 平行于时间轴，速度为 v_1 时，汽车达到额定功率 P_0，此后以额定功率行驶，t_1 时刻汽车达到最大速度 v_2，整个过程汽车所受阻力恒定。下列说法正确的是



A．汽车在匀加速阶段所受的合外力为$\frac{P_0}{v_2}$

B．汽车在匀加速阶段所受的合外力为$\left(\frac{P_0}{v_1}-\frac{P_0}{v_2}\right)$

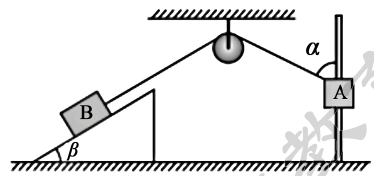
C．$t_0=\frac{mv_1^2v_2}{P_0(v_2-v_1)}$

D．从静止到最大速度汽车牵引力做的功为 P_0t_1

【答案】BC

【解析】A. t_1时刻汽车达到最大速度v_2，此时牵引力等于阻力，则汽车所受的恒定阻力大小为 $f=\frac{P_0}{v_2}$ 故A正确；B. Oa为过原点的倾斜线段，可知该过程汽车做匀加速直线运动，则汽车匀加速阶段的牵引力为 $F_1=\frac{P_0}{v_1}$，汽车匀加速阶段的合外力为 $F_{合}=F_1-f=\frac{P_0}{v_1}-\frac{P_0}{v_2}$，故B正确；C. 汽车匀加速阶段，根据牛顿第二定律可得 $F-f=ma$ 又 $a=\frac{v_1}{t_0}$，联立解得汽车匀加速阶段的时间为 $t_0=\frac{mv_1^2v_2}{P_0(v_2-v_1)}$，故C正确；D. 从静止到最大速度过程，根据动能定理可得 $W_F-W_f=\frac{1}{2}mv_2^2-0$，可得从静止到最大速度汽车克服阻力做的功为 $W_f=W_F-\frac{1}{2}mv_2^2$，由于汽车匀加速阶段功率逐渐增大到$P_0$，则整个过程牵引力做功满足 $W_F<P_0t_1$，故D错误。故选BC。

10．如图所示，不可伸长的轻绳平行于斜面，一端与质量为 m 的物块 B 相连，B 与斜面光滑接触。轻绳另一端跨过滑轮与物块 A 连接。A 在外力作用下沿竖直杆以速度 v_1 向下匀速运动，物块 B 始终沿斜面运动且斜面始终静止，斜面倾角为 β，重力加速度为 g，当轻绳与杆的夹角为 α 时，物块 B 的速度大小为 v_2，下列说法正确的是



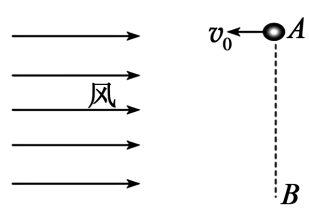
A．$\frac{v_2}{v_1}=\frac{1}{\cos\beta}$　　B．$\frac{v_1}{v_2}=\frac{1}{\cos\alpha}$

C．斜面受到地面水平向右的摩擦力　　D．物块 B 处于超重状态

【答案】BD

【解析】根据速度的关联性可知，B 的速度大小为 A 的速度沿着绳方向的分速度大小，即有 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{1}{\cos\alpha}$，故 A 错误，B 正确；C. 取斜面为研究对象，由于斜面受到 B 对其斜向右下方垂直于斜面的压力，该力有两个作用效果，一个使斜面有向右运动的趋势，一个使斜面紧压地面，由此可知斜面在向右运动的趋势下受到地面水平向左的摩擦力，故 C 错误；由 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{1}{\cos\alpha}$ 可知：A 下滑时 α 减小，则 v_2 增大，物块 B 处于超重状态，D 正确。

11．为打破波音、空中客车垄断，我国科研人员于 2009 年 1 月启动 C919 大型客机研制，研究人员进行了大量的风洞实验。如图所示，某次实验数据是这样的：在 A 点以水平速度 3 m/s 向左弹出一个质量为 2 kg 的小球，小球弹出后始终受到水平向右恒定风力的作用。经过一段时间小球将到达 B 点，B 点位于 A 点正下方 3.2 m 处，重力加速度 g 取 10 m/s^2。则下列说法正确的是



A．小球从 A 到 B 的时间为 0.8 s

B．风力大小为 15 N

C．从 A 到 B 的运动过程中小球速度最小值为 2.4 m/s

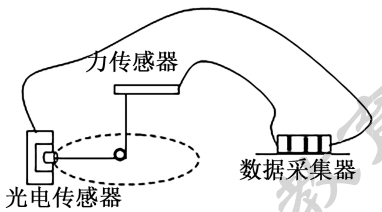
D．小球水平方向的速度为零时，距 A 点的水平距离为 1.2 m

【答案】ABC

【解析】A．小球竖直方向做自由落体运动，水平方向先向左匀减速后向右匀加速，水平方向运动具有对称性。由 $h=\frac{1}{2}gt^2$，解得t=0.8 s，A正确。B.水平方向的加速度为a_x=7.5 m/s^2，风力大小$F=ma_x$=15所以B正确；C．由风力大小和重力大小可知：其合力与竖直方向的夹角为37°，将初速度分解为垂直于合外力方向的v_1和沿合外力方向的v_2，当v_2减为0时，速度有最小值 $v_1=v_0\cos\theta$ 解得从A到B的运动过程中小球速度最小值为v_1=2.4 m/s，所以C正确。D．当水平速度减为0，水平方向位移x= 0.6 m，所以D错误。故选ABC。

三、实验题：本题共 2 小题，每空 2 分，共 16 分。

12．（6 分）某兴趣小组用如图所示的装置，探究影响向心力大小的因素。实验时用可调速电机使砝码做圆周运动，用光电传感器和力传感器分别测量砝码的转速和向心力的大小。



（1）该实验采用的方法为（　　）

A．等效替代法

B．控制变量法

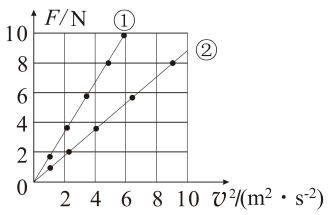
C．理想模型法

（2）实验中，得到如下数据：

组次	质量 m（kg）	转速 n（r/s）	半径 r（m）	向心力 F
A	1	1	0.2	F
B	1	1	0.4	$2F$
C	1	2	0.2	$4F$
D	2	2	0.2	$8F$
E	2	2	0.4	$16F$

以上数据能说明向心力与角速度的平方成正比的组次为_____（只填组次序号）

（3）右图中①②两条图线表示相同半径、不同质量时所受的向心力与速度的平方关系，则图线①对应的砝码质量_____（填“大于”“等于”或“小于”）图线②对应的砝码质量。



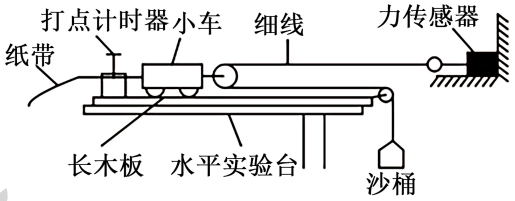
【答案】（1）B （2分）　　（2）AC （2分）　　（3）大于 （2分）

【解析】（1）涉及向心力与质量、半径、角速度多个量的关系，实验时用控制变量法，故选B。

（2）由控制变量法可知，需保证质量和半径不变，只能选AC组。

（3）半径一定时，图像斜率大，砝码质量大，故填大于。

13．（10 分）如图甲所示是某研究性学习小组探究小车加速度与力关系的实验装置。长木板置于水平桌面上，一端系有沙桶的细绳通过轻质滑轮与固定的拉力传感器相连，拉力传感器可显示绳中拉力 F 的大小，改变桶中沙的质量进行多次实验。当地的重力加速度 g=9.8 m/s^2。实验时，发现力传感器损坏不能测出绳的拉力，在不改变实验装置情况下继续实验。请完成下列问题：



甲

（1）实验时，下列操作必要且正确的是（　　）

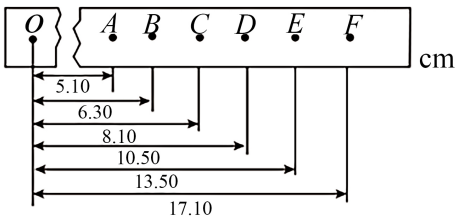
A．用天平测出沙和沙桶的总质量

B．未吊沙桶时，将长木板右端适当垫高，以补偿打点计时器对小车的阻力及其他阻力

C．实验开始时，小车尽量靠近打点计时器，先接通电源，再释放小车

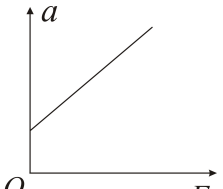
D．实验中必须保证沙和沙桶的质量远小于小车的质量

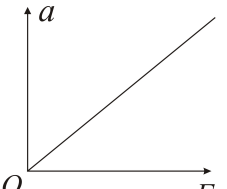
（2）如图乙所示是打出纸带的一部分，图中 A、B、C、D、E、F 为相邻的计数点，相邻计数点间有 4 个点未标出，已知打点计时器使用的交流电频率为 50 Hz，则由纸带可知，打纸带上 B 点时小车的瞬时速度大小为_____m/s，小车的加速度大小为_____m/s^2。（保留两位有效数字）

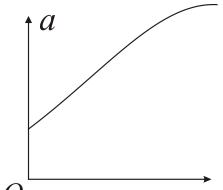


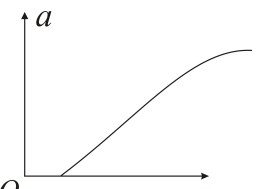
乙

（3）若该物理小组未平衡阻力就开始实验，其他操作均正确，则该小组探究的小车加速度 a 与所测拉力 F_1（沙和沙桶的重力记为所测绳拉力 F_1）的数据形成的图像较符合事实的是（　　）

A. 

B. 

C. 

D. 

A佳教育

（4）某同学想利用该实验装置测量木块和木板间动摩擦因数，进行了如下操作：

①将长木板重新放置在水平桌面上；

②将小车更换为长方体木块，为了能使细绳拖动木块在木板上滑动时产生明显的加速度，又往砂桶中添加了不少沙子，并测得砂桶和沙子的总质量为 m，木块的质量为 M（m 不再远小于 M）；

③多次实验测得木块的加速度大小为 a，根据以上物理量（M、m、a），取重力加速度为 g，写出动摩擦因数的表达式_____。

【答案】（1）ACD （2分） （2）0.15 （2分） 0.60 （2分） （3）D （2分）

（4）$\mu=\dfrac{2mg-4ma-Ma}{Mg}$ （2分）

【解析】（1）因由沙和沙桶的重力近似测绳的拉力，必须测其质量，A需选，沙和沙桶处于失重状态，减少误差，必选D。C为实验操作要求，需选。补偿打点计时器对小车的阻力及其他阻力时，应将长木板左端适当垫高，故B错

（2）$v_B=\dfrac{OC-OA}{2T}=0.15\ \mathrm{m/s}$ 由图知 $\Delta x=0.6\times10^{-2}\ \mathrm{m}$，$a=\dfrac{\Delta x}{T^2}=0.06\ \mathrm{m/s^2}$。

（3）因未平衡阻力，图像选D。

（4）对m由牛顿第二定律有：$mg-F_T=m(2a)$

对M由牛顿第二定律有：$2F_T-uMg=Ma$

联立解得 $\mu=\dfrac{2mg-4ma-Ma}{Mg}$

四、计算题：本题共 3 小题，共 36 分。要求写出必要的文字描述和关系式。

14.（10 分）随着太空技术的飞速发展，地球上的人们登陆其他星球成为可能。假设未来的某一天，宇航员登上某一星球后，将一个小球从一定高度 h 处以水平速度 v_0 抛出，落到水平地面上，测得水平位移为 S，已知该星球半径为 R。求：

（1）该星球表面重力加速度 g；

（2）该星球表面发射卫星的第一宇宙速度 v_1。

【答案】（1）$\dfrac{2hv_0^2}{s^2}$ （2）$\sqrt{\dfrac{2hRv_0^2}{s^2}}$

【解析】（1）设小球平抛运动时间为t，由平抛运动规律有

$s=v_0t$ ……（2分）

$h=\dfrac{1}{2}gt^2$ ……（2分）

联立解得：$g=\dfrac{2hv_0^2}{s^2}$ ……（1分）

（2）设卫星质量为m，运行半径为R，由黄金代换和万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{R^2}=mg \quad \cdots\cdots（2分）$$

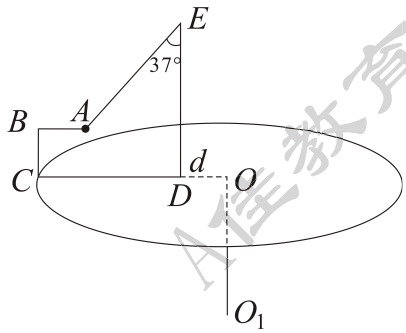
$$\frac{GMm}{R^2}=m\frac{v_1^2}{R} \quad \cdots\cdots（2分）$$

联立解得：$v_1=\sqrt{\frac{2hRv_0^2}{s^2}}$ $\cdots\cdots（1分）$

15.（10分）如图所示，装置 $BCDE$ 竖直固定在可绕竖直轴 OO_1 转动的水平转台上，ED 和 BC 都垂直转台，垂足分别为 D、C，CD 与半径共线，DO 间距 d 长 0.2 m。可视为质点的小球 A 与两细线连接后分别系于 B、E 两点，装置静止时细线 AB 水平，细线 AE 与竖直方向的夹角 θ=37°。已知小球的质量 m=1 kg，细线 AE 长 L=1 m，且 EA 与 ED 等长，AB 长 0.2 m。（重力加速度 g 取 10 m/s^2，sin37°=0.6，cos37°=0.8）（答案用分式和根式表示）

（1）若装置转动的角速度由静止缓慢增加，直到细线 AB 上的张力刚好为 0 时，求转台的角速度 ω_1；

（2）若装置转动的角速度由静止缓慢增加，要使细线 AB 的张力始终为 0，求转台转动的角速度的范围。



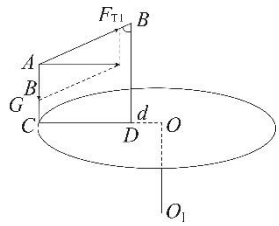
【答案】（1）$\omega_1=\frac{5\sqrt{6}}{4}\text{rad/s}$　（2）$\frac{5\sqrt{6}}{4}\text{rad/s}\le\omega_2\le\frac{2\sqrt{30}}{3}\text{rad/s}$

【解析】（1）装置转动的角速度由静止缓慢增加到细线AB上的张力刚好为0时，

受力如图：

小球转动半径r_1有：

$r_1=L\sin37^\circ+d$ $\cdots\cdots（2分）$

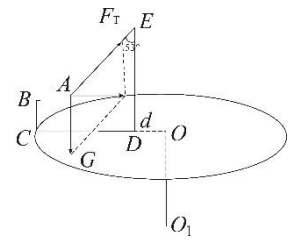


小球合力提供向心力有：

$mg\tan37^\circ=m\omega_1^2r_1$ $\cdots\cdots（2分）$

联立解得：$\omega_1=\frac{5\sqrt{6}}{4}\text{rad/s}$ $\cdots\cdots（1分）$

（2）装置转动的角速度继续缓慢增加时，小球被EA绳拉着往外飘，BA绳松软无拉力，直到小球在B点正上方，绳刚好拉直，AE与ED的夹角为β。受力如图：



其几何关系为 $(|ED|-|AC|)^2+(|AB|+L\sin 37^\circ)^2=L^2$

故AE与ED的夹角为53°……（1分）

小球转动半径r_2有：

$r_2=L\sin 53^\circ+d$ ……（1分）

小球合力提供向心力有：

$mg\tan 53^\circ=m\omega_2^2 r_2$ ……（1分）

联立解得：$\omega_2=\dfrac{2\sqrt{30}}{3}\ \text{rad/s}$ ……（1分）

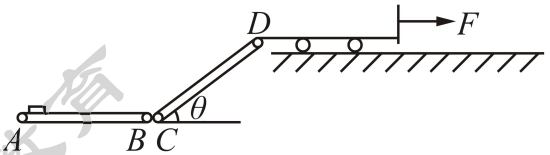
结合（1）问 $\dfrac{5\sqrt{6}}{4}\ \text{rad/s}\le\omega_2\le\dfrac{2\sqrt{30}}{3}\ \text{rad/s}$ 为所求。 ……（1分）

16．（16分）如图为某工厂运送产品的示意图，产品由顺时针转动的传送带 AB、CD 运送到平台上的小车中，产品经 B 点到 C 点速度大小不变，后由 D 点送入小车时速度大小不变，方向始终与接触面相切。水平传送带 AB 长 L_1=6 m，带速 v_0=6 m/s；倾角 θ=37°的传送带 CD，长 L_2=4 m，传送带速度 v_1=3 m/s。产品与两传送带间的动摩擦因数均为 μ_1=0.75。现将可视为质点的质量为 m=20 kg 的产品，无初速地放上传送带 AB 的最左端。（取 g=10 m/s^2，sin37°=0.6，cos37°=0.8）求：

（1）产品在传送带 AB 上运动的时间？到 B 端速度为多少？

（2）产品从 C 端运动到 D 端的过程中，产品受到的摩擦力所做的功？

（3）若小车质量 M=20 kg，车厢长 L_3=1 m。产品与小车车厢间的动摩擦因数 μ_2=0.3，小车与水平台面的动摩擦因数 μ_3=0.1。在产品冲上小车的同时，给小车施加一个水平向右的恒力 F。当 F 取某一值时，产品既不碰小车右壁、也不从左端滑下，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，求恒力 F 的最大值和最小值。



【答案】（1）6 m/s　　1.4 s　　（2）210 J　　（3）10 N　　160N

【解析】（1）产品刚放上水平传送带时，加速度分别为a_1，

根据牛顿第二定律对m有：$\mu_1 mg=ma_1$　①

解得 a_1=7.5 m/s^2 ……（1分）

m与传送带共速时，所用时间为t_1，有 $v_0=a_1t_1$　②　$t_1=0.8$ s ……（1分）

运动位移为 $x_1=\dfrac{1}{2}a_1t_1^2$　③　　得 $x_1=2.4$ m ……（1分）

A佳教育

共速后随带匀速运动至B点，故B点速度$v_B = v_0 = 6\ \mathrm{m/s}$ ……（1分）

总时间为$t = t_1 + \dfrac{L_1 - x_1}{v_0} = 1.4\ \mathrm{s}$ ……（1分）

（2）产品刚冲上CD传送带时，因$v_C = v_B > v_1$，产品所受摩擦力沿传送带向下，故减速至与带共速，其加速度为a_2，由牛顿第二定律有：

$mg\sin 37^\circ + \mu_1 mg\cos 37^\circ = ma_2$ ④ 解得a_2=12 m/s^2 ……（1分）

共速所花时间为t_2，$t_2 = \dfrac{v_C - v_1}{a_2} = \dfrac{1}{4}\mathrm{s}$ ⑤ ……（1分）

共速过程中运动的位移为x_2，$x_2 = \dfrac{1}{2}(v_C + v_1)t_2 = \dfrac{9}{8}\mathrm{m}$ ⑥……（1分）

共速后，滑动摩擦力突变为静摩擦力，产品随传送带上升至D点，产品受到的摩擦力所做的功

$W = -\mu_1 mg\cos 37^\circ \times x_2 + mg\sin 37^\circ \times (L_2 - x_2) = 210\ \mathrm{J}$ ⑦……（2分）

（3）产品冲上小车后，速度v_3=3 m/s，产品相对车厢向右滑至右壁共速时，恒力最小，为F_1。产品、小车加速度分别为a_3、a_4。

据牛顿第二定律对产品有$\mu_2 mg = ma_3$ ⑧

解得$a_3 = 3\ \mathrm{m/s^2}$ ……（1分）

根据牛顿第二定律对小车有$F_1 + \mu_2 mg - \mu_3(M+m)g = Ma_4$ ……（1分）

位移关系有：$\dfrac{(v_3 + a_4 t_3)t_3}{2} - \dfrac{1}{2}a_4 t_3 t_3 = L_3$ 解得 $t_3 = \dfrac{2}{3}\mathrm{s}$ ……（1分）

速度关系有：$v_3 - a_3 \times t_3 = a_4 \times t_3$ ⑩ t_3带入⑩式可得a_4=1.5 m/s^2

a_4代入式⑨可得恒力最小值F_1=10 N ……（1分）

恒力最大为F_2时，产品与车厢共速后相对静止，产品受最大静摩擦力，最大加速度为a_5

据牛顿第二定律对产品有$\mu_2 mg = ma_5$

解得 a_5=3 m/s^2 ……（1分）

据牛顿第二定律对产品和小车有$F_2 - \mu_3(M+m)g = (M+m)a_5$

可得恒力最大值F_2=160 N ……（1分）

A佳教育