

第二届全国中学生数理化学学科能力竞赛总决赛

九年级物理解题技能展示试题

代表队_____ 学校_____ 姓名_____ 参赛证号_____

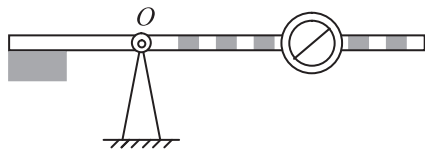
考生须知：

1. 考生必须在答题纸上答卷，否则成绩无效；
2. 请在答题纸密封线内填写所属代表队、学校、年级、姓名和参赛证号；
3. 考试时间为 150 分钟，满分 120 分。

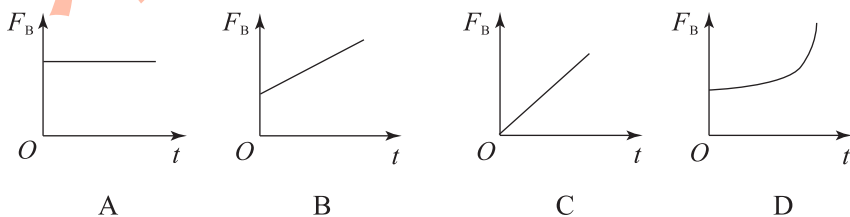
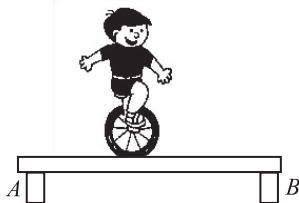
一、选择题（每小题 5 分，共 40 分，每小题只有一个选项正确，请将正确的选项填在答题纸指定位置）

1. 在铁路道口常设有如图所示的道闸，这种道闸平时上扬，当火车要通过道口时道闸转动到水平位置，示意过往的其他车辆停车等候，这种道闸称为常开型道闸。与之相反，另一种道闸平时水平放置，当有车辆要通过时，道闸上扬，允许车辆通过，这种道闸称为常闭型道闸。对于这两种道闸重心的位置，下列说法正确的是（ ）。

- A. 常闭型道闸，重心应在 O 点左侧
- B. 常开型道闸，重心应在 O 点左侧
- C. 常闭型道闸，重心应在 O 点右侧
- D. 以上说法都不对



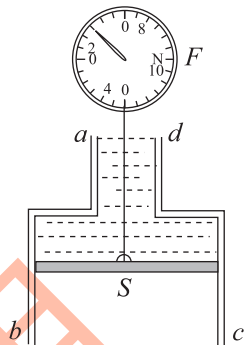
2. 在一次校运动会上，小明骑一质量为 m 的独轮车以速度 v 匀速通过一重为 G 、长为 L 的水平独木桥，独木桥的两端由两根竖直支柱 A、B 支撑着，如图所示。设独轮车骑上 A 端支柱处为初始时刻 ($t=0$)，下面正确地表示了 B 端支柱所受压力 F 与时间 t 的函数关系的是（ ）（不考虑独木桥的形变）。



3. 有一种叫做“压电陶瓷”的电子元件，当对它挤压或拉伸时，它的两端就会形成一定的电压，这种现象称为压电效应。一种燃气打火机，就是应用了该元件的压电效应制成的。只要用大拇指压一下打火机上的按钮，压电陶瓷片就会产生 $10\text{ kV} \sim 20\text{ kV}$ 的高压，形成火花放电，从而点燃可燃气体。在上述过程中，压电陶瓷片完成的能量转化是（ ）。

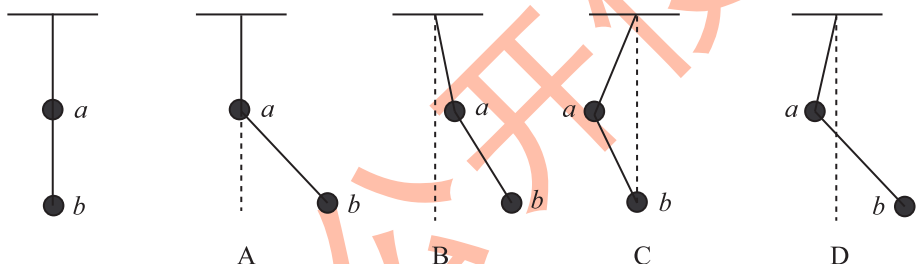
- A. 化学能转化为电能 B. 内能转化为电能
C. 光能转化为内能 D. 机械能转化为电能

4. 一大一小两柱形圆筒,大筒的直径和高度分别为小筒的 2 倍和 4 倍,焊接成如图所示的装置, ad 端在上, bc 端在下,两端均为开口,与大气相连.圆筒中有一活塞 S ,可以在筒中无摩擦地滑动,活塞上方倒满了水.用一根细绳将活塞拉住,绳的上方与测力计相连,显示拉力的大小,现使活塞缓慢地向 bc 端下降,在这一过程中().

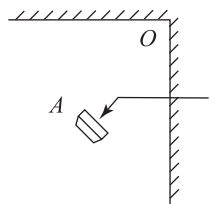


- A. 测力计的读数先变小,然后变大,大气压力对系统做功
B. 测力计的读数先变大,然后变小,大气压力对系统做功
C. 测力计的读数一直保持不变,大气压力对系统不做功
D. 测力计的读数先变小,然后保持不变,大气压力对系统不做功

5. 用轻质绳把两个质量未知的小球悬挂起来,如下左图所示,今对小球 a 持续施加一个向左偏下 30° 的恒力,并对小球 b 持续施加一个向右偏上 30° 的同样大的恒力,最后达到平衡,表示平衡状态的图可能是图中的().

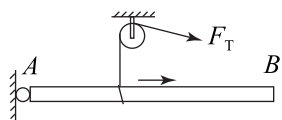


6. 如右图所示,两面竖直放置的平面镜互成直角,一只没有数字的钟为 3 点整,在 A 处的人向 O 点看().



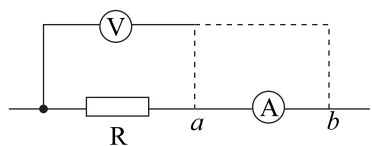
- A. 看见 9 点的钟 B. 看见 3 点的钟
C. 能看见钟,但指针位置不正常 D. 根本看不见钟

7. 在右图所示的装置中,均匀木棒 AB 的 A 端固定在铰链上,悬线一端绕过某定滑轮,另一端套在木棒上使木棒保持水平,现使线套逐渐向右移动,但始终保持木棒水平,则悬线上的拉力()(棒和悬线均足够长).



- A. 逐渐变小 B. 逐渐变大
C. 先逐渐变大,后又变小 D. 先逐渐变小,后又变大

8. 用伏安法测未知电阻 R 的阻值时,一般会产生误差,但我们可以通过选择正确的接法减少误差.现将电路按右图所示方法连接,只空出电压表的一个接头 S ,然后将 S 分别与 a 、 b 接触一下,观察电压表电流表示数变化情况,那么().



- A. 若电流表示数有显著变化, S 应接 a B. 若电流表示数有显著变化, S 应接 b

C. 若电压表示数有显著变化, S 应接 b D. 电压表、电流表示数均无显著变化

二、填空与实验探究题 (本题共 4 小题, 共 40 分)

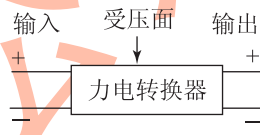
9. (10 分) 张教授经常在甲、乙两地间往返, 他每天下午某时刻准时被司机从甲地接走. 有一天张教授提前 T_1 时间到达甲地, 便开始步行走向乙地, 途中他遇到了前来接他的司机, 于是立即上车, 司机驱车走完剩下的路程, 把他送到乙地的家中时, 比平时提前了 T_0 时间. 则张教授步行的速度与汽车的速度之比为 _____; 若张教授要提前 T_2 时间回到家中, 则他应提前 _____ 时间从甲地开始步行.

10. (10 分) (1) 人们观察地球以外的物体, 会受到地球大气层的影响. 假设地球表面不存在大气层, 那么人们观察到的日出时刻与实际存在大气层的情况相比 _____ (选填“将提前”“将延后”或“不变”). 简述产生这种现象的原因是: _____.

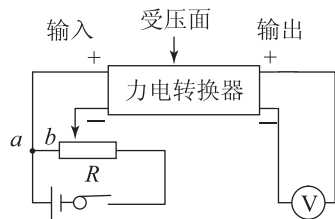
(2) 人们在地球上观察月亮, 发现月亮朝向地球的一面始终是不变的. 这是由于: _____.

(3) 天文观测表明, 几乎所有远处的星体(或星系)都在以各自的速度背离我们而运动, 离我们越远的星体, 背离我们运动的速度(称为退行速度)越大; 也就是说, 宇宙在膨胀. 不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比, 即 $v = Hr$, 式中 H 为一常量, 称为哈勃常数. 科学家由此提出了宇宙大爆炸学说: 认为宇宙是从一个大爆炸的火球开始形成的, 距今已有 137 亿年, 大爆炸后各星体即以不同的速度向外匀速运动. 最近的测量发现哈勃常数在变大, 这说明宇宙在 _____ (选填“加速”“匀速”或“减速”) 膨胀.

11. (10 分) 某学生为了测量一物体的质量, 找到一个力电转换器, 转换器的输出电压正比于受压面的压力(设比例系数为 k), 如图甲所示, 测量时先调节输入端的电压, 使转换器空载时的输出电压为 0; 而后在



甲



乙

其受压面上放一物体, 即可测得与物体的质量成正比的输出电压 U .

现有下列器材: 力电转换器、质量为 m_0 的砝码、电压表、滑动变阻器、干电池各一个、开关及导线若干、待测物体(可置于力电转换器的受压面上).

请回答下列问题.

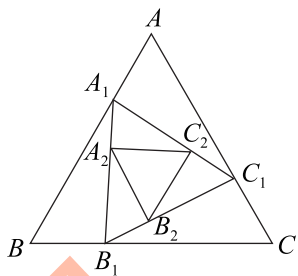
(1) 为使力电转换器的输入电压可调, 并且使电压的调节范围尽可能大, 某同学设计了如图乙所示电路. 若去掉 ab 导线, 能否达到设计要求? 说明理由.

(2) 简要说明按图乙电路进行测量的实验步骤. 求出比例系数 k , 并写出待测物体的质量、已知量、可测之间的关系式.

12. (10 分) 测定一块形状不规则的石蜡的密度 ρ . 请写出实验步骤并用实验中所得数据写出密度的表达式. 提供的实验器材: 大烧杯两个(无刻度)、升降台架、自行车车胎气门芯的长皮管一根、夹子、小针一根、待测物、水(室温下水的密度为 ρ_0). 提示: 由于实验器材中没有度量器材, 故需实现量具的自我标定: 以一滴水的体积 ΔV 为单位, 一定量的水的体积可以用液滴数表示. 这里我们可以利用虹吸现象, 用橡皮管实现水滴的提取.

三、计算题 (本题共 4 小题, 共 40 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤. 只写出最后答案的不能得分, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位).

13. (5 分) 其实, 任何一个运动都可以看作是几个独立进行的分运动的合运动, 这些分运动之间并不相互影响, 而分运动与合运动之间遵循平行四边形定则. 这叫做运动的独立性原理. 现有 A、B、C 三只猎犬站立的位置构成一个边长为 a 的正三角形, 每只猎犬猎物的速度均为 v , A 犬想追捕 B 犬, B 犬想追捕 C 犬, C 犬想追捕 A 犬, 为追捕到猎物猎犬不断调整方向, 速度方向始终“盯”住对方它们同时起动, 试求多长时间可捕到猎物? (提示: 以地面为参考系, 三只猎犬运动轨迹都是一条复杂的曲线, 但根据对称性, 三只猎犬最后相交于三角形的中心点, 在追捕过程中, 三只猎犬的位置构成三角形的形状不变, 以绕点旋转的参考系来描述, 可认为三角形不转动, 而是三个顶点向中心靠近.)



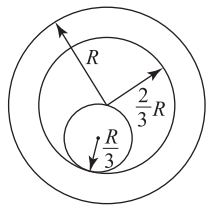
14. (8 分) 固体在温度升高时, 固体各种线度 (如长度、宽度、厚度、直径等) 都要增长, 这种现象叫做固体的线膨胀. 固体的线膨胀大小与温度有关, 实验表明: 在温度变化不大时, 固体在某一方向的伸长量与温度的增加量成正比, 还与物体的原长成正比.

进一步实验表明: 原长相同的不同固体, 在升高相同温度时, 在同一方向上的伸长量是不同的. 为了描述这种特性, 引入了线膨胀系数的概念: 固体的温度每升高 1°C , 引起的线度伸长量跟它在 0°C 时线度之比叫做线膨胀系数. 用 α_L 表示线膨胀系数, L_0 表示固体在 0°C 时的线度, L_t 表示温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的线度, 则有线膨胀公式 $L_t = L_0(1 + \alpha_L t)$.

两座相同的钢桥分别架设在南方和北方, 温度变化范围是: 南方是 $-10^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$, 北方是 $-50^\circ\text{C} \sim +20^\circ\text{C}$, 考虑桥在温度变化的时候的热膨胀, 求 0°C 时所留桥缝的宽度. 已知 0°C 时 $L_0 = 100\text{ m}$, 钢的平均线膨胀系数 $\alpha = 10^{-5}/^\circ\text{C}$.

15. (12 分) 如果电熨斗的温度调节器置于“锦纶”位置, 则熨斗的通电时间为 $t_1 = 10\text{ s}$, 断电时间 $t_2 = 40\text{ s}$. 在这种情况下, 熨斗表面温度烧到 $T_1 = 100^\circ\text{C}$. 如果温度调节器放在“棉布”位置时, 则熨斗通电时间为 $t'_1 = 20\text{ s}$, 断电时间为 $t'_2 = 30\text{ s}$. 求: 温度调节器在“棉布”位置时, 熨斗表面的稳定温度 T_2 . 如果温度调节器损坏, 通电的熨斗将加热至多高的温度? (假设热损耗正比于熨斗和周围空气的温差. 室温 $T_0 = 20^\circ\text{C}$)

16. (15 分) 已知球体的体积公式为 $\frac{4}{3}\pi r^3$ (r 为球半径). 如右图, 在一个大空心球腔内放一个实心球, 空心球和实心小球是由同一种物质组成. 空心球腔的外径为 R , 内半径为 $\frac{2}{3}R$, 实心小球的半径为 $\frac{R}{3}$. 若将整个球体放入水中, 则空心球腔有 $1/3$ 的体积露出水面. ($\rho_{\text{水}} = 1.00\text{ kg/m}^3$) 求:



(1) 制成空心球腔和实心小球的物质的密度是多少?

(2) 若在空心球腔内注满水后, 再把整个球放入水中, 则整个球体浮出液面的体积是多少? 空心球腔壁对实心小球的作用力是多少?

第二届全国中学生数理化学学科能力竞赛总决赛

高一物理解题技能展示试题

代表队_____ 学校_____ 姓名_____ 参赛证号_____

考生须知：

1. 考生必须在答题纸上答卷，否则成绩无效；
2. 请在答题纸密封线内填写所属代表队、学校、年级、姓名和参赛证号；
3. 考试时间为 150 分钟，满分 150 分。

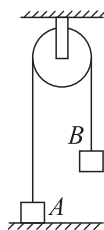
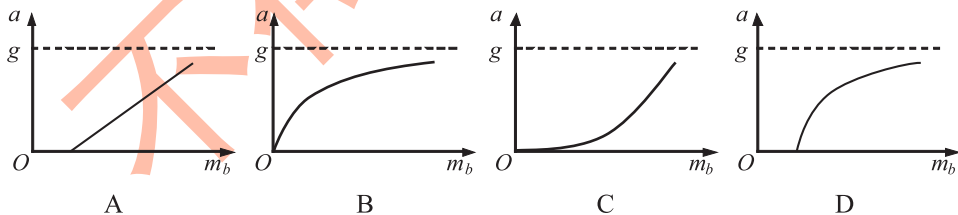
一、选择题（本题共 6 小题，每小题 6 分，共 36 分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项正确，有的小题有多个选项正确，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有错选或不答的得 0 分）

1. 两个宽度相同但长度不同的台球框固定在水平面上，从两个框的长边同时以相同的速度分别发出小球 A 和 B，如右图所示，设球与框边碰撞时无机械能损失，不计摩擦，则（ ）。

- A. A 球先回到出发框边
- B. B 球先回到出发框边
- C. 两球同时回到出发框边
- D. 因两框长度不明，故无法确定哪一个球先回到出发框边



2. 如右图所示，一轻绳跨过一个光滑的定滑轮，两端各系一质量分别为 m_A 和 m_B 的物体，物体 A 放在地上，开始时静止。当 B 的质量发生变化时，物体 A 的加速度大小与物体 B 的质量的定性关系如下图的（ ）。



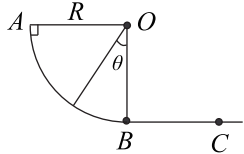
3. 一块足够长的白板，位于水平桌面上，处于静止状态。一石墨块（可视为质点）静止在白板上。石墨块与白板间有摩擦，滑动摩擦系数为 μ 。突然，使白板以恒定的速度 v_0 做匀速直线运动，石墨块将在板上划下黑色痕迹。经过某一时间 t ，令白板突然停下，以后不再运动。在最后石墨块也不再运动时，白板上黑色痕迹的长度可能是（已知重力加速度为 g ，不计石墨与板摩擦划痕过程中损失的质量）（ ）。

- A. $\frac{v_0^2}{2\mu g}$
- B. $v_0 t$
- C. $v_0 t - \frac{1}{2} \mu g t^2$
- D. $\frac{v_0^2}{\mu g}$

4. 如右图所示，由同种材料制成的四分之一圆弧轨道 AB 与水平轨道 BC 相切于 B 点，圆弧

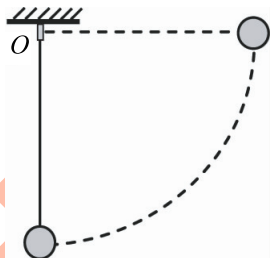
半径与 BC 段长均为 R 。一与轨道间动摩擦因数为 μ 的小物块自轨道顶端 A 点由静止开始下滑,恰好运动到 C 点停止。则估算动摩擦因数 μ 的合理取值范围可能为()。

- A. $0.50 < \mu \leq 1.00$ B. $0.40 < \mu < 0.80$
 C. $0.20 < \mu < 0.40$ D. $0.25 < \mu < 0.50$



5. 如右图,一轻质细绳一端系一质量为 m 的小球,绳的上端固定于 O 点。现用手将小球拉至水平位置(绳处于水平拉直状态),松手后小球由静止开始运动。在小球摆动过程中绳突然被拉断,绳断时与竖直方向的夹角为 α 。已知绳能承受的最大拉力为 F ,若想要求出 $\cos \alpha$ 值,你有可能不会求解,但是你可以通过一定的物理分析,对下列结果的合理性做出判断。根据你的判断 $\cos \alpha$ 值应为()。

- A. $\cos \alpha = \frac{F + mg}{4mg}$ B. $\cos \alpha = \frac{F - mg}{2mg}$
 C. $\cos \alpha = \frac{F}{3mg}$ D. $\cos \alpha = \frac{2F}{3mg}$

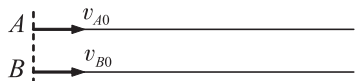


6. 一质量分布均匀的直杆放置于光滑的水平面上,现给其上端一轻微扰动,直杆倾倒。则直杆倒下过程中,其重心的轨迹为()。

- A. 竖直向下的一条直线 B. 开口向下的抛物线的一部分
 C. 圆弧的一部分 D. 斜向下的一条直线

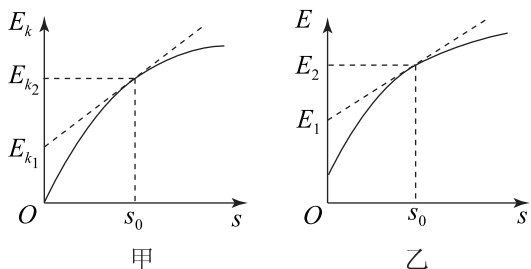
二、填空与实验探究题(本题共 4 小题,共 44 分。)

7. (10 分)两个质量均为 $m = 1.0 \text{ kg}$ 的质点 A 和 B,在光滑的水平面上的同一起始线同时开始运动。A、B 的初速度分别为 $v_{A0} = 2.0 \text{ m/s}$, $v_{B0} = 1.2 \text{ m/s}$,方向都向右,如图所示,在运动的



的同时,A、B 都受到大小为 $F = 0.2 \text{ N}$ 力的作用,A 受力方向向左,B 受力方向向右,在以后运动过程中,若用 L 表示两质点在任意时刻沿运动方向的距离,当 L 的数值为 1.2 m 时,可判断质点 B 在 A 的____方(填“左”或“右”),当 L 的数值范围为____时不可判断 A、B 质点的位置。

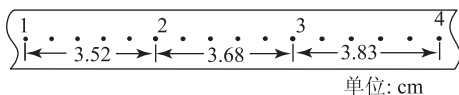
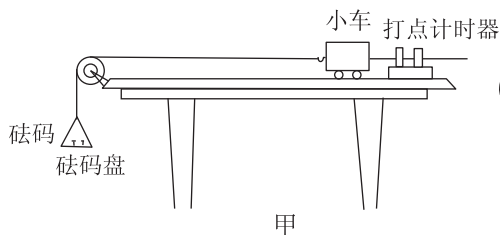
8. (10 分)一物体悬挂在细绳下端,由静止开始沿竖直方向运动,运动过程中物体的动能和机械能与物体位移关系的图像分别如图甲、乙所示。当物体发生 s_0 的位移时,其动能和机械能分别为 E_{k2} 和 E_2 。图中两条切线在纵轴上的截距分别为 E_{k1} 和 E_1 ,取地面为零势能的参考面。则物体的质量为_____,物体开始运动时所处的高度为_____。



9. (12 分)“探究加速度与物体质量、物体受力的关系”的实验装置如图甲所示。

(1)在平衡小车与桌面之间摩擦力的过程中,打出了一条纸带如图乙所示。计时器打点的时间间隔为 0.02 s 。从比较清晰的点起,每 5 个点取一个计数点,量出相邻计数点之间的距离。该小车的加速度 $a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ 。(结果保留两位有效数字)

(2)平衡摩擦力后,将 5 个相同的砝码都放在小车上。挂上砝码盘,然后每次从小车上取一

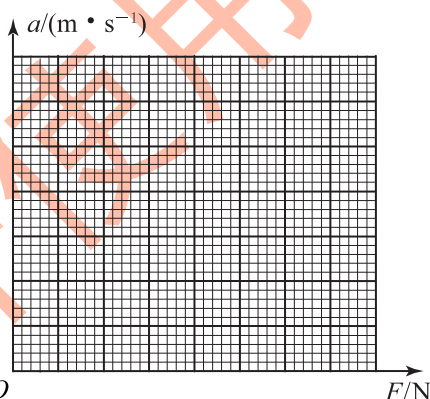


个砝码添加到砝码盘中,测量小车的加速度.小车的加速度 a 与砝码盘中砝码总重力 F 的实验数据如下表:

砝码盘中砝码总重力 $F(\text{N})$	0.196	0.392	0.588	0.784	0.980
加速度 $a(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$	0.69	1.18	1.66	2.18	2.70

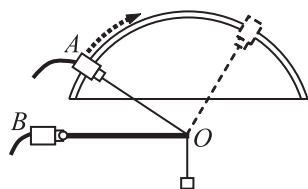
请根据实验数据作出 $a-F$ 的关系图像.

(3)根据提供的试验数据作出的 $a-F$ 图线不通过原点,请说明主要原因.



10. (12分)如图所示,某小组同学利用 DIS 实验装置研究支架上力的分解. A 、 B 为两个相同的双向力传感器,该型号传感器在受到拉力时读数为正,受到压力时读数为负. A 连接质量不计的细绳,可沿固定的板做圆弧形移动. B 固定不动,通过光滑铰链连接长 0.3 m 的杆.将细绳连接在杆右端 O 点构成支架.保持杆在水平方向,按如下步骤操作:

- 测量绳子与水平杆的夹角 $\angle AOB = \theta$
 - 对两个传感器进行调零
 - 用另一绳在 O 点悬挂一个钩码,记录两个传感器读数
 - 取下钩码,移动传感器 A 改变 θ 角
- 重复上述 ABCD,得到图示表格.



(1) 根据表格, A 传感器对应的是表中力 _____ (填“ F_1 ”或“ F_2 ”). 钩码质量为 _____ kg (保留 1 位有效数字).

F_1	1.001	0.580	...	1.002	...
F_2	-0.868	-0.291	...	0.865	...
θ	30°	60°	...	150°	...

(2) 本实验中多次对传感器进行调零,对此操作说明正确的是().

- 因为事先忘记调零
- 何时调零对实验结果没有影响
- 为了消除横杆自身重力对结果的影响
- 可以完全消除实验的误差

三、计算题(本题共 4 小题,共 70 分.解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤.只写出最后答案的不能得分,有数值计算的题,答案中必须明确写出数值和单位.)

11. (16 分)图中所示为酒泉卫星发射基地发射“神舟七号”飞船点火瞬间的情景.在发射的当天,刘强守在电视机前观看发射实况转播.通过电视解说员的介绍,他了解到火箭连同装载物的总质量约为 480 t,发射塔架的高度约为 100 m.刘强注意到在火箭点火起飞约 10 s 时火箭尾部刚好越过塔架.假设火箭从点火到越过塔架的过程中喷气对火箭的推力是恒力,请你从刘强收集到的以上信息估算这个推力的大小.(忽略火箭质量的变化及火箭受到的空气阻力, g 取 9.8 m/s^2 ,结果保留 2 位有效数字)

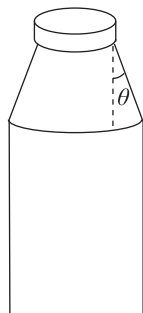


12. (16 分)已知国际空间站离地高度为 H ,绕地球运动的周期为 T_1 ,万有引力常量为 G ,地球半径为 R ,地球同步卫星距地面的高度为 h ,地球的自转周期为 T_2 ,地球表面重力加速度为 g .某同学根据以上条件,提出一种估算地球质量 M 的方法:地球同步卫星绕地心做圆周运动,由牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{h^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_2} \right)^2 h$,解得: $M = \frac{4\pi^2 h^3}{GT_2^2}$.

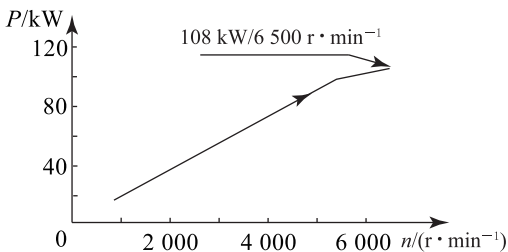
(1)这个同学的解题过程存在错误,请指出错误之处,并给出正确解法.

(2)请根据题给条件再提出一种估算地球质量的方法,并写出表达式.

13. (16 分)如右图所示,一个具有上细下粗的圆锥形瓶颈的玻璃瓶,质量为 m ,瓶颈壁与竖直方向间的夹角为 θ ,用手握住瓶颈将瓶提起静止不动,手与瓶颈壁间的静摩擦因数为 μ_s .若少许减小手对瓶颈的握力,试论证:瓶不会向下滑落的条件.



14. (22 分)小亮家有一辆家用轿车,爸爸在给他说车的性能时,总是说“2.0 的排量”,却很少说“功率”,为此小亮特地从网上查到了排量的定义:活塞从上止点移动到下止点所通过的空间容积称为汽缸排量.如果发动机有若干个汽缸,所有汽缸工作容积之和称为发动机排量.从说明书上查到:小亮家的汽车采用的是 LFX 直列四缸发动机,排量为 2.0 L;从网上查找到了其输出特性曲线(如右图所示);小亮又向爸爸询问了一些实测数据:由于汽车行驶的路况很好,所以平均车速为 90 km/h,此时发动机转速为 2000 r/min,平均行驶百公里油耗为 9 L;从物理书上查得汽油的热值为 $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$,密度为 $0.71 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.



(1)由这台发动机输出特性曲线可以看出,在发动机转速为 1000~5000 r/min 范围内,它的输出功率与转速大致有什么关系?

(2)试通过公式推导出在其他参数相同时,发动机的输出功率与其排量的关系.

(3)这辆汽车以 90 km/h 行驶时,发动机的效率约为多少?每个做功冲程汽缸内的平均压强约为多少?

第二届全国中学生数理化学学科能力竞赛总决赛

高二物理解题技能展示试题

代表队_____ 学校_____ 姓名_____ 参赛证号_____

考生须知：

1. 考生必须在答题纸上答卷，否则成绩无效；
2. 请在答题纸密封线内填写所属代表队、学校、年级、姓名和参赛证号；
3. 考试时间为 150 分钟，满分 150 分。

一、选择题（本题共 6 小题，每小题 6 分，共 36 分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项正确，有的小题有多个选项正确，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有错选或不答的得 0 分）

1. 20 世纪 50 年代，科学家提出了地磁场的“电磁感应学说”，该学说认为当太阳强烈活动影响地球而引起磁暴时，磁暴在外地核中感应产生衰减时间较长的电流，此电流产生了地磁场。连续的磁暴作用可维持地磁场。则外地核中的电流方向为（地磁场 N 极与 S 极在地球表面的连线称为磁子午线）（ ）。

- A. 垂直磁子午线由西向东 B. 垂直磁子午线由东向西
C. 沿磁子午线由南向北 D. 沿磁子午线由北向南

2. 雷蒙德·戴维斯因研究来自太阳的电子中微子(ν_e)而获得了 2002 年度诺贝尔物理学奖，他探测中微子所用的探测器的主体是一个贮满 615 t 四氯乙烯(C_2Cl_4)溶液的巨桶，电子中微子可以将一个氯核转变为一个氩核，其核反应方程式为 $\nu_e + {}_{17}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}_{18}^{37}\text{Ar} + {}_{-1}^0\text{e}$ 。

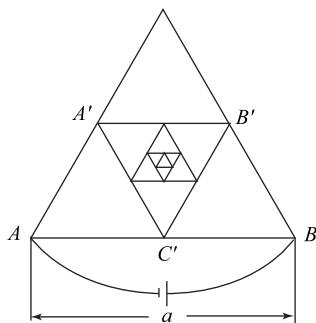
已知 ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ 核的质量为 36.956 58 u， ${}_{18}^{37}\text{Ar}$ 核的质量为 36.956 91 u， ${}_{-1}^0\text{e}$ 的质量为 0.000 55 u，1 u 质量对应的能量为 931.5 MeV。根据以上数据，可以判断参与上述反应的电子中微子的最小能量为（ ）。

- A. 1.33 MeV B. 0.82 MeV C. 0.51 MeV D. 0.31 MeV

3. 右图所示框架是用同种细金属制作的，单位长度的电阻为 ρ ，一连串内接等边三角形的数目可认为趋向无穷，取 AB 边长为 a ，以下每个三角形的边长依次减少一半。则框架 A、B 两点间的电阻为（ ）。

- A. $\frac{1}{3}(\sqrt{7}-1)a\rho$ B. $\frac{1}{3}(\sqrt{7}+1)a\rho$
C. $\frac{\sqrt{7}}{3}a\rho$ D. $a\rho$

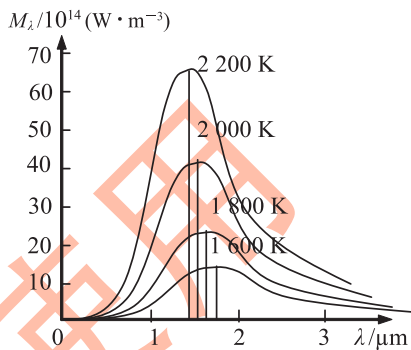
4. 2010 年上海世博会受到世界各地的广泛关注。人们在世博



会上看到了各种各样的发明,感受他们为我们生活带来的便捷,同样世博会也会给我们带来各种各样的惊喜. 1873年奥地利维也纳世博会上,比利时出生的法国工程师格拉姆在布展中偶然接错了导线,把另一直流发电机发出的电接到了他自己送展的直流发电机的电流输出端. 由此而观察到的现象导致了他的一项重要发明,从而突破了人类在电能利用方面的一个瓶颈. 此项发明是().

- A. 新型直流发电机 B. 直流电动机 C. 交流电动机 D. 交流发电机

5. 热辐射是指所有物体在一定的温度下都要向外辐射电磁波的现象. 辐射强度指垂直于电磁波方向的单位面积在单位时间内所接收到的辐射能量. 在研究同一物体于不同温度下向外辐射的电磁波的波长与其辐射强度的关系时,得到如图所示的图线:图中横轴表示电磁波的波长 λ ,纵轴表示在不同温度下物体辐射电磁波的强度 M_λ . 则由 $M_\lambda-\lambda$ 图线可知,同一物体在不同温度下,将().



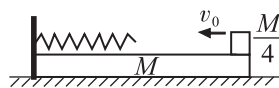
- A. 向外辐射相同波长的电磁波的辐射强度相同
 B. 向外辐射的电磁波的波长范围相同
 C. 向外辐射的最大辐射强度随温度升高而减小
 D. 向外辐射的最大辐射强度的电磁波的波长向短波方向偏移

6. 图中 a 、 b 和 c 、 d 分别是两个平行板电容器的极板, E 为电池,彼此相距较远. 用导线将 E 的正极与 a 、 c 相连,将 E 的负极与 b 、 d 相连,待电容器充电后,去掉导线. 这时已知 a 带的电荷量大于 c 带的电荷量,称此状态为原始状态. 现设想用两根导线分别都从原始状态出发,进行以下两次连接:第一次用一根导线将 a 、 c 相连,用另一根导线将 b 、 d 相连;第二次用一根导线将 a 、 d 相连,用另一根导线将 b 、 c 相连,每次连接后都随即移去导线. 下面说法中正确的是().

- A. 经过第一次连接, a 、 b 间的电压下降, c 、 d 间的电压上升
 B. 经过第一次连接, a 、 b 间和 c 、 d 间的电压都不变
 C. 经过第二次连接, a 、 b 间的电压和 c 、 d 间的电压中有一个上升,一个下降
 D. 经过第二次连接, a 、 b 间的电压和 c 、 d 间的电压都下降

二、填空与实验题(本题共4小题,共40分.)

7. (8分)如右图所示,质量为 M 的木板,静止放在光滑的水平面上,木板左侧固定着一根劲度系数为 k 的轻质弹簧,弹簧的自由端到木板的右端的距离为 L . 一个质量为 $M/4$ 的小木块从板的右端

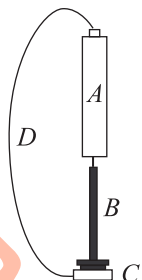


以初速度 v_0 开始沿木板向左滑行,最终刚好回到木板右端与木板保持相对静止. 设木板与木块间的动摩擦因数为 μ ,木板加速度最大时的运动速度为_____在木块压缩弹簧过程中(弹簧一直在弹性限度内),弹簧所具有的最大弹性势能为_____.

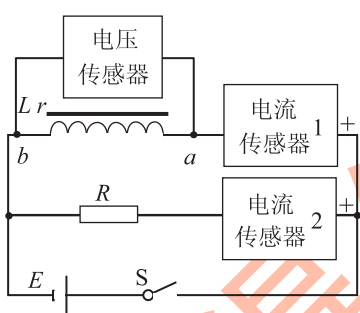
8. (8分)物理学家在微观领域发现了“电子偶数”这一现象. 所谓“电子偶数”就是由一个负电子和一个正电子绕它们的质量中心旋转形成的相对稳定的系统. 已知正、负电子的质量均为 m_e ,电荷量大小均为 e ,普朗克常量为 h ,静电力常量为 k . 假设“电子偶数”中正、负电子绕它们

质量中心做匀速圆周运动的轨道半径 r 、运动速度 v 及电子的质量满足量子化理论: $2m_e v_n r_n = nh/2\pi$, $n=1, 2, 3, \dots$, 当 $n=1$ 时电子旋转的速度大小为_____。“电子偶数”的能量为正、负电子运动的动能和系统的电势能之和, 已知两正负电子相距 L 时的电势能为 $E_p = -k \frac{e^2}{L}$, 则 $n=1$ 时“电子偶数”的能量为_____。

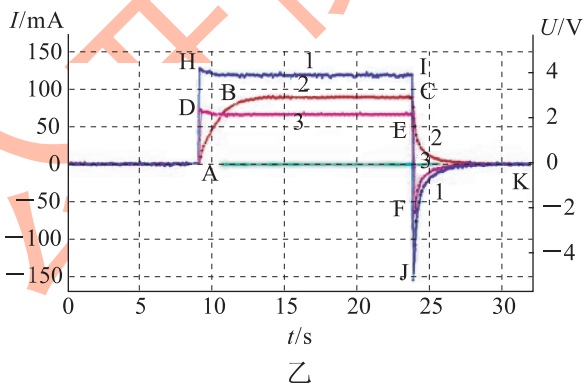
9. (8分) 小蒙为同学演示一个小实验, 如右图所示, 其中 A 是一节五号电池, B 是一颗铁钉, C 是扁圆柱形的钕铁硼强磁铁, C 吸住 B 的钉帽, 钉尖吸在电池 A 的负极。 D 是一段软导线(多股细铜丝), 上端与电池 A 的正极接触良好, 下端像电刷似的接触 C 的侧壁, 则 B 和 C 便一起绕中心竖直轴转动起来。 如果将 C 的两个端面对调, B 与 C 就朝相反方向转动。 请解释这个现象。



10. (16分) 下图甲是用传感器研究通断电时电路中电流变化的电路图。 图中 L 为电感线圈, 用的是实验室中变压器原理说明器的原线圈, 直流电阻为 r ; R 为定值电阻; E 为直流稳压电源。 电流传感器量程都取 0.2 A (内阻约 $0.5\ \Omega$), 电压传感器量程取 20 V (内阻大于 $1\text{ M}\Omega$)。 主要操作过程只有两步: 接通开关 S , 经过一定时间再断开开关 S 。 图乙是该实验采集的数据输入计算机而得到的图象, 其中图线 2 和 3 的右侧段(即 CK 和 FK)关于水平轴对称。 请回答下列问题:



甲



乙

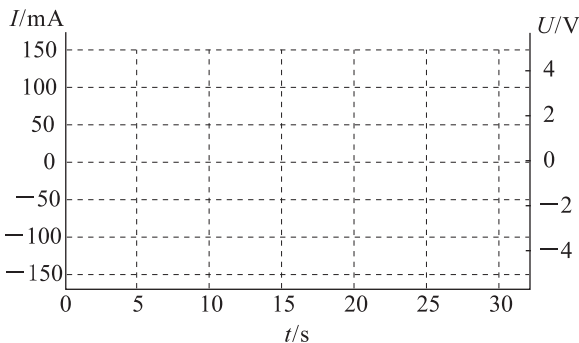
(1) 图线 1 (即图中的 $AHJK$) 是_____采集的图线; 图线 2 (即图中的 $ABCK$) 是_____采集的图线; 图线 3 (即图中的 $ADEFK$) 是_____采集的图线。

(2) 在开关 S 接通后图线 2 表示的电流有一个逐渐上升的过程, 这是因为_____。

(3) 电感线圈 L 的电阻 r 约为_____ Ω 。

(4) 请说明为什么图线 2 和 3 的右侧段(即 CK 和 FK)关于水平轴对称? 其表示的物理意义是什么?

(5) 如果将电阻 R 的阻值改为原来的两倍, 重复上面的实验, 得到的图象将会有所变化, 请在图丙中定性画出三个传感器采集的 3 条图线并如题中给出的图乙那样标注 1、2、3。(假定操作过程中接通开关 S , 再断开 S 的时间也控制得与上面一样)



丙

三、计算题 (本题共 4 小题, 共 74 分. 解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤. 只写出最后答案的不能得分, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位.)

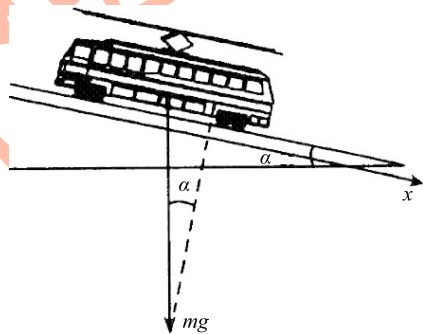
11. (16 分) 证明: 一个运动的小球与另一个静止的质量相同的小球在光滑的水平面上做完全弹性的非对心碰撞后, 两球总沿互成直角的方向离开.

12. (18 分) 经过用天文望远镜长期观测, 人们在宇宙中已经发现了许多双星系统, 通过对它们的研究, 使我们对宇宙中物质的存在形式和分布情况有了较深刻的认识. 双星系统由两个星体构成, 其中每个星体的线度都远小于两星体之间的距离. 一般双星系统距离其他星体很远, 可以当作孤立系统处理. 现根据对某一双星系统的光度学测量确定, 该双星系统中每个星体的质量都是 M , 两者相距 L . 他们正绕两者连线的中点做圆周运动.

(1) 试计算该双星系统的运动周期 T_1 ;

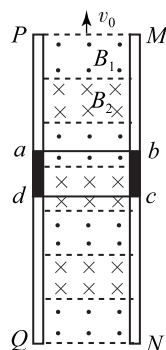
(2) 若实验上观测到的运动周期为 T_2 , 且 $T_2:T_1=1:\sqrt{N}$ ($N>1$). 为了解释 T_2 与 T_1 的不同, 目前有一种流行的理论认为, 在宇宙中可能存在一种望远镜观测不到的暗物质. 作为一种简化模型, 我们假定在这两个星体连线为直径的球体内均匀分布着这种暗物质, 而不考虑其他暗物质的影响. 试根据这一模型和上述观测结果确定该星系间这种暗物质的密度.

13. (20 分) 当有轨电车以某一速度沿水平路线行驶时它的发动机需要电流 $I_1=100\text{ mA}$, 发动机的效率 $\eta=0.9$. 当电车以同样速度沿倾斜路段向下行驶时发动机不需要电流. 那么当电车以同样速度沿同一倾斜路段向上行驶时, 发动机将需要多大电流? 解题时必须考虑发动机效率与所需电流有关 (假设阻力恒定).



14. (20 分) 随着越来越高的摩天大楼在各地落成, 而今普遍使用的钢索悬挂式电梯已经不适应现代生活的需求. 这是因为钢索的长度随着楼层的增高而相应增加, 这些钢索会由于承受不了自身的重力, 还没有挂电梯就会被拉断. 为此,

科学技术人员开发一种利用磁力的电梯, 用磁动力来解决这个问题. 如图所示是磁动力电梯示意图, 即在竖直平面上有两根很长的平行竖直轨道, 轨道间有垂直轨道平面交替排列的匀强磁场 B_1 和 B_2 , $B_1=B_2=1.0\text{ T}$, B_1 和 B_2 的方向相反, 两磁场始终竖直向上做匀速运动. 电梯轿厢固定在如图所示的金属框 $abcd$ 内 (电梯轿厢在图中未画出), 并且与之绝缘. 已知电梯载人时的总质量为 $4.75\times 10^3\text{ kg}$, 所受阻力 $f=500\text{ N}$, 金属框垂直轨道的边长 $L_{cd}=2.0\text{ m}$, 两磁场的宽度均与金属框的边长 L_{cd} 相同, 金属框整个回路的电阻 $R=9.0\times 10^{-4}\ \Omega$, g 取 10 m/s^2 . 假如设计要求电梯以 $v_1=10\text{ m/s}$ 的速度匀速上升, 求:



(1) 金属框中感应电流的大小及图示时刻感应电流的方向;

(2) 磁场向上运动速度 v_0 的大小;

(3) 该磁动力电梯以速度 v_1 向上匀速运行时, 提升轿厢的效率.