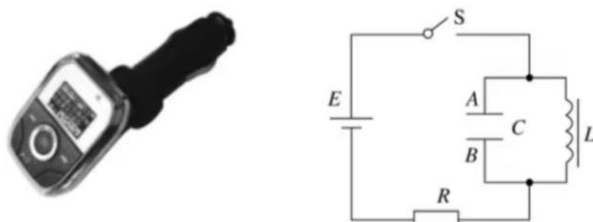


1. 2007 年是我国著名物理学家、曾任浙江大学物理系主任的王淦昌先生一百周年诞辰。王先生早在 1941 年就发表论文,提出了一种探测中微子的方案: ${}^7\text{Be}$ 原子核可以俘获原子的 K 层电子而生成一个新原子核 ${}^7\text{Li}$ 的激发态 $({}^7\text{Li})^*$,并放出中微子(当时写作 η),即 ${}^7\text{Be} + e \rightarrow ({}^7\text{Li})^* + \eta$,而 $({}^7\text{Li})^*$ 又可以放出光子 γ 而回到基态 ${}^7\text{Li}$,即 $({}^7\text{Li})^* \rightarrow {}^7\text{Li} + \gamma$ 。下列说法正确的是

- A. ${}^7\text{Be} + e \rightarrow ({}^7\text{Li})^* + \eta$ 是核聚变反应
 B. $({}^7\text{Li})^*$ 和 ${}^7\text{Li}$ 的核子数相同
 C. $({}^7\text{Li})^*$ 和 ${}^7\text{Li}$ 的比结合能相同
 D. $({}^7\text{Li})^* \rightarrow {}^7\text{Li} + \gamma$ 的过程中,由于质量数守恒,故未出现质量亏损

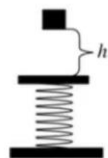
3. 儿童手表具有打电话和发布紧急求救信号功能,其内部发射信号的电路可以简化如下,此电路中有由电容器和电感线圈构成的 LC 振荡电路,当该振荡电路工作时(电感线圈为不计直流电阻的理想线圈),下列说法正确的是



- A. 当 A 板上所带的正电荷逐渐增多时, LC 振荡电路中的电流在增加
 B. 仅减小电容器两极板间的距离, LC 振荡电路的周期将变大
 C. 电路中 S 断开时,电容器中电场能开始转化为电感线圈中的磁场能
 D. 电容器与电感线圈的能量转化周期为此 LC 振荡电路周期的两倍

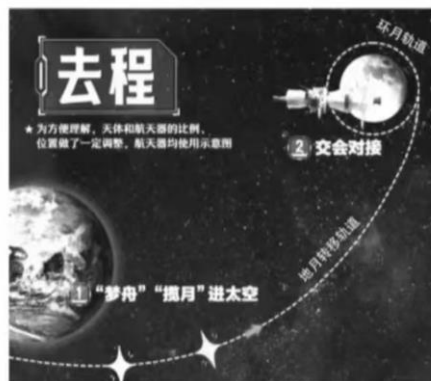
5. 如图,在地面上固定一轻弹簧,劲度系数为 $k = \frac{2mg}{3h}$,弹簧上端固定一质量忽略不计的绝缘顶板。一质量为 m ,带电量为 $+q$ 的小物块初始位置离绝缘板的高度为 h 。整个装置处于竖直向上的匀强电场中(图中未画出),场强大小为 $E = \frac{mg}{4q}$ 。弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ (x 为弹簧的形变量),且弹簧始终在弹性限度之内。不计一切摩擦及空气阻力,不计电荷量的损失,将物块由静止释放到最低点的过程中,下列说法正确的是

- A. 物块的运动过程中电场力做正功
 B. 物块运动到最低点时不会再反弹,此时弹簧压缩量为 $3h$
 C. 整个运动过程中物块的电势能的减少量为 mgh
 D. 整个运动过程中物块与弹簧组成的系统机械能减少了 mgh



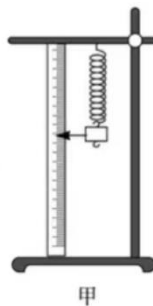
7. 我国航天发展规划 2030 年前实现中国人首次登陆月球的目标,载人月球探测工程登月阶段任务各项研制建设工作按计划稳步推进。目前,长征十号运载火箭、梦舟载人飞船、揽月月面着陆器等均在研制中。按计划长征十号运载火箭先后将揽月月面着陆器、梦舟载人飞船经过地月转移轨道进入环月轨道,两者在环月轨道上会接,宇航员从梦舟载人飞船进入揽月月面着陆器,然后飞船与着陆器分离,着陆器登月,梦舟飞船继续在环月轨道上绕行等待着陆器返回,如图为梦舟飞船与揽月登陆器运行示意图。下列关于登月计划的相关描述正确的是

- A. 长征十号发射速度不能超过地球卫星的最大环绕速度
 B. 长征十号发射升空过程中,梦舟飞船机械能不断增加
 C. 梦舟载人飞船和揽月月面着陆器从地月转移轨道进入环月轨道时机械能减少
 D. 着陆器返回环月轨道与梦舟飞船交汇对接时需要从近月低轨道加速进入环月轨道



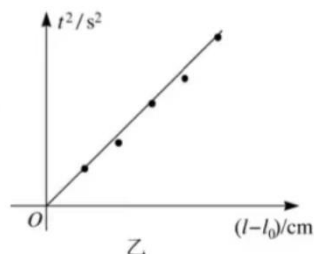
11.(6分)已知弹簧振子振动周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, m 为振子质量, k 为弹簧劲度系数.小明

利用弹簧振子测量重力加速度的实验如图甲所示.将一轻质弹簧竖直悬挂在铁架台上,测出弹簧静止时弹簧下端指针对齐的刻度 l_0 ,在弹簧下端挂一个质量为 m 的钩码作为振子,测量钩码静止时指针对齐的刻度 l .



(1)根据上述测量值可以得到弹簧的劲度系数 $k=$ _____.

(2)用手将钩码下拉一小段距离后由静止释放,用秒表测得振子完成 10 次全振动的时间 t .改变钩码的质量,重复上述步骤,测得指针对齐不同刻度 l 时所对应的 10 次全振动的时间 t .为了减小因为测量周期时产生的偶然误差,应从振子位于 _____ 位置开始计时(填“平衡”、“最低点”或者“最高点”).

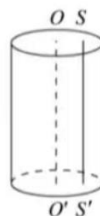


(3)如图乙所示,根据测量得到的数据描绘 t^2 与 $l-l_0$ 的图像,测得图像的斜率为 $k=4.10\text{s}^2/\text{cm}$,则重力加速度的 $g=$ _____ m/s^2 (结果保留 3 位有效数字,取 $\pi^2\approx 10$).

13.(10分)现在市场上有一种很有科技感的玩具,其主体为一个透明圆柱体,柱体中心轴线上有一个可视为线光源的灯带,在柱体外表面贴上一些图案,当点亮灯带时,柱体外表面的图案就会投影在房间的四周墙壁上,让人感觉身临其境.如果在柱体外表面加上透明的电子屏幕,就可以投影动态图像.但在柱体中镶嵌灯带时,由于工艺原因,灯带可能偏离轴线,从而导致柱体外表面的图形投影不完全,部分图形不能被投影.现做如下简化, OO' 为透明圆柱体的轴线, SS' 为偏离轴线后的灯带,仍平行于中心轴线,圆柱体的半径为 R ,圆柱体对该光的折射率为 $n=2$,求:

(1)该光对透明圆柱体的临界角 C ;

(2)为能投影完全,灯带偏离中心轴线的最大误差半径 d_m 为多少.



答案

1.【答案】B

【解析】核聚变反应为两个轻核结合成质量较大的核,而该反应为原子核与电子的反应,A 错误;核反应 $({}^7\text{Li})^* \rightarrow {}^7\text{Li} + \gamma$ 过程中没有质子数和中子数的变化,则 $({}^7\text{Li})^*$ 和 ${}^7\text{Li}$ 的核子数相同,B 正确;核反应 $({}^7\text{Li})^* \rightarrow {}^7\text{Li} + \gamma$ 过程中放出了能量,则 ${}^7\text{Li}$ 比 $({}^7\text{Li})^*$ 更稳定, ${}^7\text{Li}$ 的比结合能大于 $({}^7\text{Li})^*$ 的比结合能,C 错误;核反应 $({}^7\text{Li})^* \rightarrow {}^7\text{Li} + \gamma$ 中放出了能量,故该反应过程发生了质量亏损,D 错误.

3.【答案】B

【解析】A.当 A 板上所带的正电荷逐渐增多时,电容器中电场能增加,则线圈中磁场能减小,LC 振荡电路中的电流在减小,故 A 错误;

B.仅减小电容器两极板间的距离,根据

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

可知电容器电容变大,LC 振荡电路的周期将变大,故 B 正确;

C.由于线圈为理想线圈,开关断开时,电容器中没有电荷,所以应该是磁场能转化为电场能;

D.LC 振荡电路周期是电容器与电感线圈的能量转化周期的两倍.

5.【答案】D

【解析】假设物块下降到最低点时,弹簧压缩量为 x ,对全过程进行分析,在运动过程中,电场力做负功,故 A 错误;由能量守恒定理可得: $mg(h+x) - qE(h+x) = \frac{1}{2}kx^2$,解得 $x = 3h$,此时弹簧弹力 $F = kx = 2mg$,物块一定会反弹,故 B 错误;整个过程中电场力做负功,电势能增加,由 $W = -qE(h+x) = -mgh$ 可得,电势能增加量为 mgh ,也就是物块与弹簧组成的系统机械能的减少量,故 C 错误,D 正确.

7.【答案】BCD

【解析】长征十号发射升空过程中,需要不断加速以达到超过第一宇宙速度(地球卫星最大环绕速度),故梦舟飞船机械能不断增加,所以 A 错误,B 正确;梦舟载人飞船和揽月月面着陆器需要减速从地月转移轨道进入环月轨道,机械能减少,C 正确;着陆器返回环月轨道与梦舟飞船交汇对接时需要从近月低轨道加速进入环月轨道,D 正确,故选 BCD.

11.【答案】(1) $\frac{mg}{l-l_0}$ (2 分)

(2) 平衡 (2 分)

(3) 9.76 (2 分)

【命题意图】本题以弹簧振子的振动为背景,考查胡克定律、简谐运动规律,意在考查逻辑推理以及实验探究能力.

【解析】根据胡克定律: $k(l-l_0) = mg$ 可得: $k = \frac{mg}{l-l_0}$. 测量周期时,对于相同的位置判断产生的绝对误差 Δx

引起的 Δt ,从平衡位置开始计时,速度大, Δt 小,相对误差小.根据周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, $k = \frac{mg}{l-l_0}$, $T = \frac{t}{10}$,

综合可得 $t^2 = \frac{400\pi^2}{g}(l-l_0)$, $k = \frac{4 \times 10^2 \times 10}{g} \times 10^{-2} \text{ s}^2/\text{m} = 4.10 \times 10^2 \text{ s}^2/\text{m}$, $g = 9.76 \text{ m/s}^2$.

13.【答案】(1) $C=30^\circ$

$$(2)d_m=\frac{R}{2}$$

【解析】(1)根据

$$\sin C=\frac{1}{n}=\frac{1}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

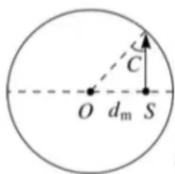
解得,该光对透明圆柱体的临界角为

$$C=30^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

(2)因为在圆柱体的四周均有光线出射,所以线光源任意一点光源在圆柱体截面上任意方向都有光射出,又因为当垂直 OS 连线的光线可以射出则点光源 S 发出的光线可以从圆柱体截面上任意方向射出,作出光路图,当入射角为临界角 C 时,根据正弦定理

$$\frac{R}{\sin \alpha}=\frac{OS}{\sin C} \quad (2 \text{ 分})$$

所以当 $\alpha=90^\circ$ 时,此时达到最大临界角,即当垂直 OS 连线的光线恰好可以射出时,该光源与轴 OO' 的距离最大,光路图如图所示



作图 (2 分)

根据几何关系可知

$$d_m=R \sin C=\frac{R}{2} \quad (2 \text{ 分})$$