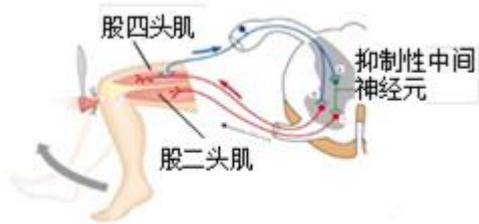


2023 北京四中高二（上）期中 生 物

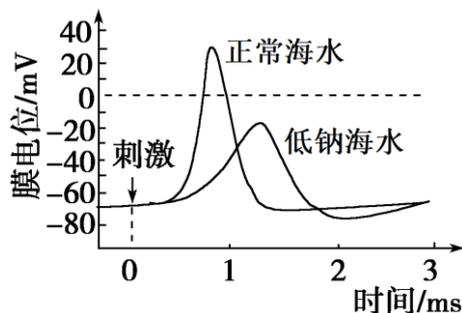
（试卷满分为 100 分，考试时间为 90 分钟）

一、单项选择题（本大题共 15 小题，每小题 2 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项正确）

1. 下列生理过程可以在人体内环境中发生的是（ ）
 - A. 抗体与抗原特异性结合
 - B. 合成血浆蛋白
 - C. 丙酮酸的氧化分解
 - D. 神经递质的合成
2. 在夏季炎热、缺水的环境中，健康人的身体内会发生（ ）
 - A. 细胞外液渗透压下降
 - B. 肾小管对水的重吸收作用减弱
 - C. 下丘脑产生渴觉促进主动饮水
 - D. 抗利尿激素释放量增加
3. 下图为膝跳反射的示意图。下列有关说法正确的是



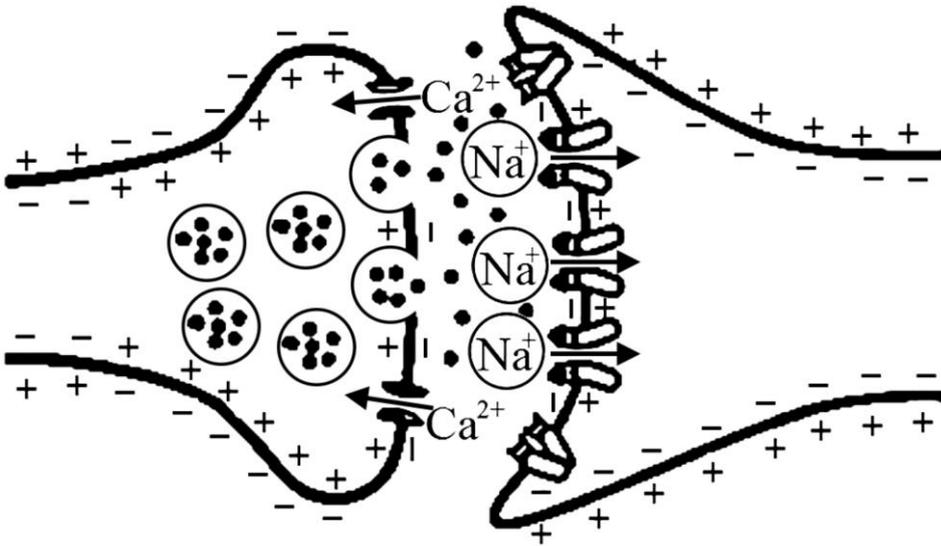
- A. 该示意图中涉及了 4 个神经元，其中 2 个是运动（传出）神经元
 - B. 抑制性神经元不释放神经递质，因此对后续神经元产生抑制作用
 - C. 股四头肌的收缩通过反射弧抑制了股二头肌舒张
 - D. 兴奋状态下神经细胞膜两侧电位表现为外正内负
4. 为探究神经元动作电位与海水中钠离子浓度的关系，有研究人员测定了正常海水和低钠海水中神经元受到刺激后的电位变化，结果如下图。下列有关说法错误的是



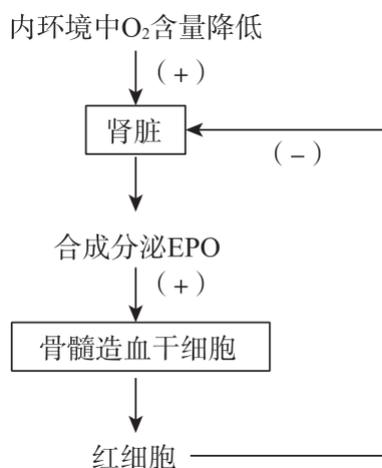
- A. 降低细胞外钠离子浓度会延缓动作电位峰电位的产生
- B. 神经元动作电位的幅度与细胞外钠离子的浓度有关



- C. 用高钠海水重复该实验，动作电位的幅度不会上升
 D. 低钠海水除了钠离子浓度外，其他与正常海水一致
5. 如下图，当神经冲动抵达突触前神经元的轴突末梢时，引发 Ca^{2+} 内流，突触前膜释放乙酰胆碱，实现两个神经元间的信号传递。下列相关叙述不正确的是（ ）



- A. 神经冲动抵达突触前轴突末梢时，若增加细胞外 Ca^{2+} 浓度，可促进乙酰胆碱的释放
 B. 乙酰胆碱与突触后膜上的受体结合，促进 Na^{+} 内流，使突触后神经元兴奋
 C. 乙酰胆碱与 Na^{+} 一起进入突触后神经元，突触后神经元将持续兴奋
 D. 突触传递需要通过化学信号的转换，因此信号传递的速率比在神经纤维上慢
6. 下列关于支配心脏跳动的神经的叙述，不正确的是（ ）
- A. 自主神经系统的副交感神经占优势时心脏跳动加快
 B. 支配心脏的交感神经和副交感神经均为传出神经
 C. 支配心脏跳动的交感神经和副交感神经作用相反
 D. 支配心脏跳动的自主神经系统可受大脑等高级中枢调控
7. 促红细胞生成素（EPO）是一种蛋白类激素，其作用机制如下图所示。下列相关叙述不正确的是（ ）

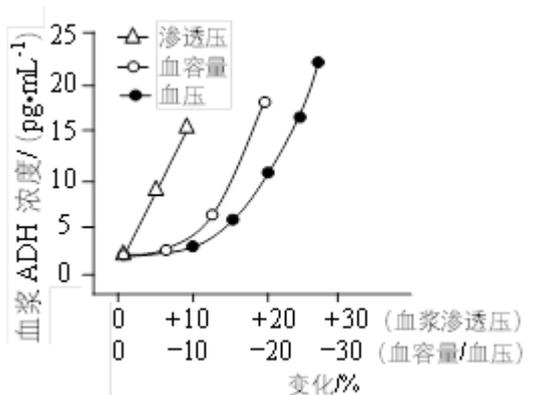


- A. 氧气对 EPO 分泌的调节属于体液调节
 B. 过量红细胞会抑制肾脏合成分泌 EPO

C. 造血干细胞细胞膜上存在 EPO 受体

D. 口服 EPO 可治疗肾功能衰竭导致的贫血

8. 抗利尿激素 (ADH) 的分泌受血浆渗透压、血容量和血压的调节 (如图)。下列相关叙述错误的是 ()



A. ADH 促进肾小管和集合管对水的重吸收

B. 食物过咸和血容量升高均促进 ADH 分泌

C. ADH 的分泌对血压轻微下降 (0 → -10%) 不敏感

D. 水盐平衡是神经和体液共同调节的结果

9. 将定量的放射性同位素标记的胰岛素、定量的抗胰岛素抗体与待检测的血液混合, 待检测血液中的胰岛素就会与带标记胰岛素竞争, 与抗胰岛素抗体结合, 再将形成的“抗原-抗体”复合物分离出来, 检测其放射性强度。下列相关叙述不正确的是 ()

A. 可以用放射性同位素 ¹⁴C 来标记胰岛素

B. 该方法应用的是抗原与抗体特异性结合的原理

C. 糖尿病患者的实验结果中放射性一定远高于健康人

D. “抗原-抗体”复合物放射性越强, 说明待测血液中胰岛素含量越低

10. 大豆中含有大豆异黄酮, 其分子结构与人雌激素相似, 进入人体后能发挥微弱的雌激素效应。下列对大豆异黄酮的推测。不合理的是 ()

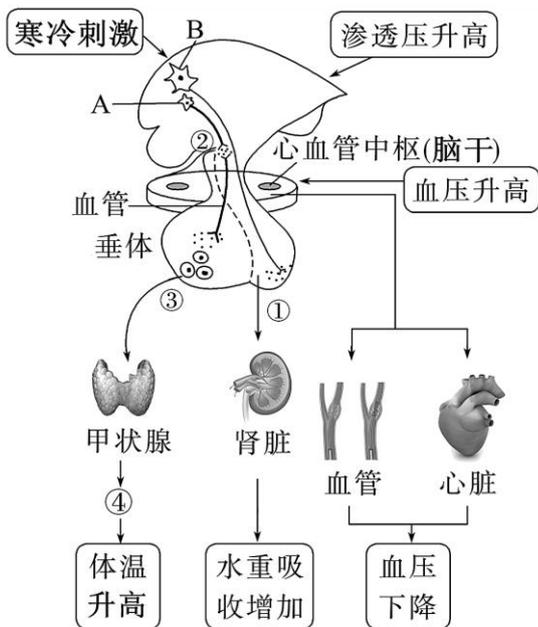
A. 会引起促性腺激素分泌量增加

B. 能与人雌激素受体特异性结合

C. 可能作用于下丘脑和垂体

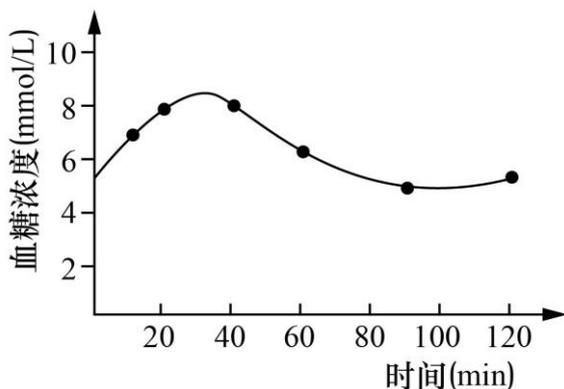
D. 可缓解雌激素水平降低者的症状

11. 下图是人体稳态调节机制示意图, ①~④表示相关激素。下列叙述正确的是 ()



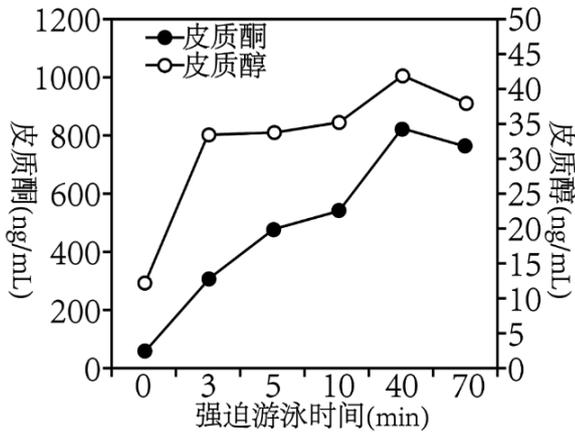
- A. 饮水不足时时①的分泌量降低
- B. 寒冷刺激时④的分泌存在分级调节，不存在反馈调节
- C. 血压升高和降低只受自主神经系统调节
- D. 图中 A 细胞分泌的激素体现了下丘脑作为内分泌调节中枢的功能

12. 夏季天气炎热，失水较多，人们常饮用各种饮料解暑并补充水分。下图是某同学喝一瓶 500mL 可乐后的血糖浓度变化。根据该图数据及所学知识，判断下列表述正确的是（ ）



- A. 喝含糖饮料会导致血糖上升，故夏季不应该喝含糖饮料
- B. 喝一瓶饮料后，血糖升高后会下降，故每天可多次大量饮用该饮料
- C. 夏天出汗多，补充更多水分的同时，也需要补充一定的盐分
- D. 该同学喝一瓶饮料后，血糖上升明显，因此该同学可能患有糖尿病

13. 糖皮质激素是肾上腺皮质产生的“应激激素”，包括皮质醇和皮质酮，具有升高血糖的作用，机体可通过下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴调控其分泌。为研究应激时体内糖皮质激素的含量，研究人员强迫小鼠游泳后，测定结果如图。下列表述正确的是（ ）



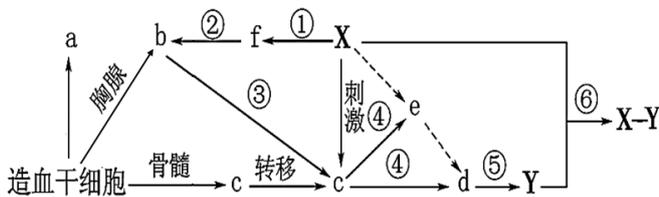
- A. 曲线是在不同时间抽取小鼠的血液并测定激素含量而获得的
- B. 皮质酮更适合作为小鼠剧烈应激反应的模型
- C. 糖皮质激素和肾上腺素的分泌均可通过下丘脑和垂体实现分级调节
- D. 肾上腺糖皮质激素和盐皮质激素具有拮抗作用

14. 2018年1月美国学术期刊《免疫》报道，记忆T细胞会储存在脂肪组织中。下图是研究人员进行的有关实验，下列叙述错误的是



- A. 在抗原刺激下，小鼠T细胞增殖分化形成记忆T细胞和效应T细胞
- B. 接受脂肪组织移植前的实验鼠B不应接种相应的病原体
- C. 实验鼠B不患病可能与移植的脂肪组织有关
- D. 该实验足以证明脂肪组织中有记忆T细胞

15. 下图表示人体内某些淋巴细胞的分化和免疫过程，数字表示过程，字母表示细胞或物质。下列叙述错误的是 ()



- A. 造血干细胞是多能干细胞，可分化为红细胞、血小板和多种免疫细胞
- B. f和d均不能特异性识别抗原
- C. b分泌的白细胞介素-2可促进致敏的c增殖和分化
- D. Y是一类蛋白质，可由d细胞和e细胞大量合成

二、非选择题 (本大题共6小题，共70分)

16. 细胞膜的静息电位与细胞膜的选择透过性密切相关。科学家以哺乳动物骨骼肌细胞为材料，研究了静息电位形成的机制。

(1) 骨骼肌细胞膜的主要成分是_____和蛋白质，细胞膜上介导 K^+ 跨膜运输的蛋白质有_____。

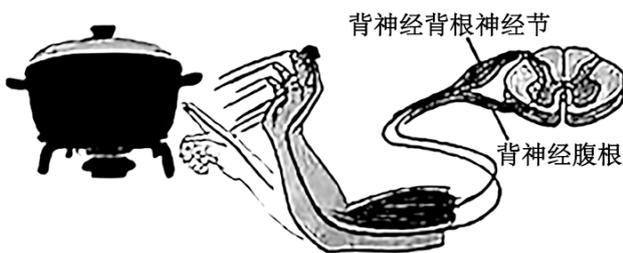
(2) 假设初始状态下，膜两侧正负电荷均相等，且膜内 K^+ 浓度高于膜外。在静息电位形成过程中，当膜仅对 K^+ 具有通透性时， K^+ 顺浓度梯度向膜外流动，膜外正电荷和膜内负电荷数量逐步增加，对 K^+ 进一步外流起阻碍作用，最终 K^+ 跨膜流动达到平衡，形成稳定的跨膜静电场，此时膜两侧的电位表现是_____，此时膜内 K^+ 浓度_____膜外。 K^+ 静电场强度能通过公式“ K^+ 静电场强度 (mV) = $60 \times \lg \frac{\text{膜外 } K^+ \text{ 浓度}}{\text{膜内 } K^+ \text{ 浓度}}$ ” 计算得出。

(3) 骨骼肌细胞处于静息状态时，实验测得膜的静息电位为 -90mV，根据膜内、外 K^+ 浓度计算出 $\lg \frac{\text{膜外 } K^+ \text{ 浓度}}{\text{膜内 } K^+ \text{ 浓度}} = -1.59$ ，此时没有 K^+ 跨膜净流动。

① 静息状态下， K^+ 静电场强度为_____ mV，与静息电位实测值接近，推测 K^+ 外流形成的静电场可能是构成静息电位的主要因素。

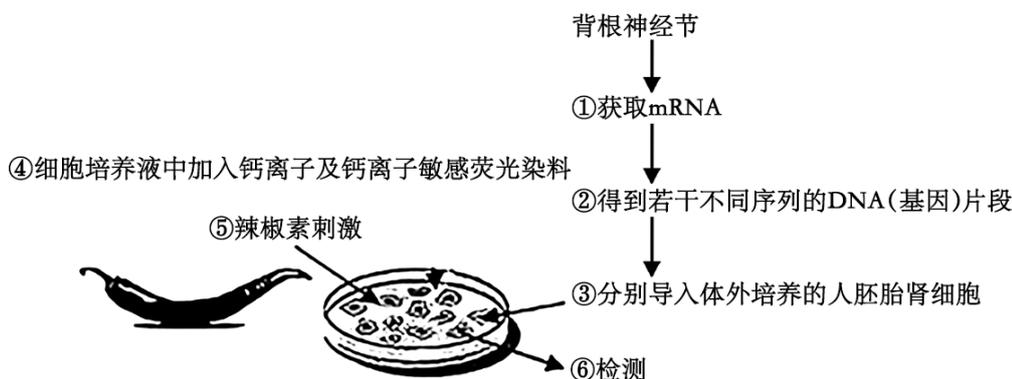
② 为证明①中的推测，研究者梯度增加细胞外 K^+ 浓度并测量静息电位。如果所测静息电位的值_____，则可验证此假设。

17. 如图所示，当你不小心碰很烫的物体，会立即缩手躲避，并随之产生痛觉。人体是如何感知热刺激的呢？生理学家大卫·朱利叶斯和分子生物学家阿登·帕塔普蒂安由于对温度感受器和触觉感受器的突破性研究，获得 2021 年诺贝尔生理学或医学奖。阅读分析以下资料并回答相关问题。



(1) 图所示神经调节方式为_____。

(2) 20 世纪 90 年代以前，人们就认识到辣椒素可以刺激痛觉神经系统，带来热辣而痛的感觉。1997 年朱利叶斯课题组以小鼠背根神经节为原料，获得了辣椒素受体基因，主要实验过程如图所示。



辣椒素受体基因编码一种离子通道蛋白 TRPV1。该蛋白不仅能被辣椒素激活，使得阳离子进入细胞，也可以被 43°C 以上的高温、酸、组织损伤等伤害性刺激激活，进而产生痛觉。鸟类的 TRPV1 和哺乳动物一样能感受到热刺激，但是却对辣椒素无反应。目前科学家已发现多种感受不同阈值热觉、冷觉的通道蛋白。

① 从神经调节的结构基础角度分析，辣椒素受体属于_____。为了获得辣椒素受体基因，以背根神

经节而非其他组织为原料来获取细胞 mRNA 的原因是_____。

②用胚胎肾细胞作为导入基因的受体细胞的主要原因是_____。若图 2 实验的检测结果为_____，则说明_____，从而达到实验目的。

③依据以上资料信息，下列推断合理的是_____

- A. TRPV1 受体的发现，整合了痛觉和温度感知的内在分子机制
- B. 吃辛辣食物的同时喝热水，会加重辣痛的感觉
- C. 鸡与人 TRPV1 的空间结构不同，导致其对辛辣刺激物的反应不同
- D. 人类能敏感地感知环境不同温度的刺激，与人类具有多个不同温度阈值的温度感受器有关

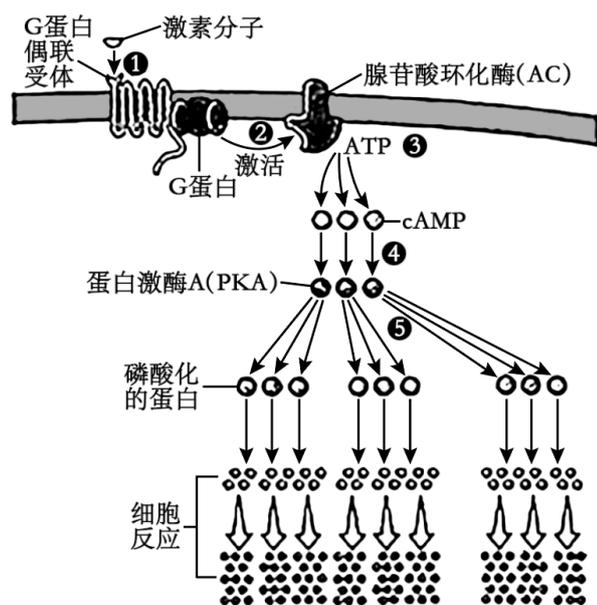
(3) 2010 年，帕塔普蒂安研究团队以压力感受器细胞为材料，鉴定出 72 个可能感知机械刺激的候选基因，将该细胞进行单个基因敲除处理后，对细胞施加_____刺激并检测膜电流，最后发现了两个目标蛋白 PIEZO1 和 PIEZO2。感官和周围环境间存在复杂的相互作用，朱利叶斯和帕塔普蒂安研究团队找到了人们理解这种相互作用时的关键环节，从_____水平上打开了解码人类温觉、痛觉、触觉等感觉的大门。

18. 学习以下材料，回答 (1) ~ (4) 题

第二信使学说

激素的化学性质决定了其对靶细胞的作用方式。根据化学结构可将激素分为胺类、多肽或蛋白类、脂类三大类。其中，多肽或蛋白类激素和大多数胺类激素属于含氮类亲水性激素，无法进入靶细胞内，主要与靶细胞膜上的特异性受体结合而发挥作用。

苏德兰等人在 1965 年提出了“第二信使学说”，以描述膜受体介导的激素作用机制。该学说认为，含氮类激素作为第一信使，与靶细胞膜上的特异性受体结合后，使细胞内产生第二信使——环磷酸腺苷 (cAMP)。如图，cAMP 可使细胞质中无活性的蛋白激酶 A (PKA) 等蛋白质逐级激活，最终引起细胞内效应。



随后，美国生物化学家罗德贝尔进一步发现，在激素受体与腺苷酸环化酶 (AC) 之间存在一类起偶联作用的蛋白质——G 蛋白。当激素与受体结合后，活化的受体要通过 G 蛋白的介导才能对 AC 发生作用。

CAMP 第二信使系统中，大多数信号转导功能都是通过激活 cAMP 依赖的 PKA 完成的，PKA 能够将 ATP 分子的磷酸根转移到底物蛋白的丝氨酸/苏氨酸残基上（磷酸化反应），引起底物蛋白的空间结构改变，进而使酶的活性、通道的活动状态、受体的反应性和转录因子的活性等发生改变。被 PKA 磷酸化的底物蛋白不同，引起的生物效应也不同。例如，PKA 在肝细胞激活磷酸化酶而促进肝糖原分解，在心肌细胞使钙通道磷酸化而增强心肌收缩，在细胞核内则可通过 cAMP 反应元件结合蛋白和活化转录因子等，介导和调节靶基因的表达，生成新的蛋白质，进而改变细胞的功能。

苏德兰因发现 cAMP 作为第二信使的作用而荣获 1971 年诺贝尔生理学或医学奖，“第二信使学说”的提出也极大推动了对激素作用机制的深入研究。

(1) 请结合所学知识，说出激素调节的两个特点：_____。

(2) 请根据材料将肾上腺素的作用机制补充完整：肾上腺素与受体结合→G 蛋白被活化→_____→激活磷酸化酶→在酶的作用下，肝糖原分解为葡萄糖。1mol 肾上腺素可促使细胞生成 10^8 mol 葡萄糖，这说明激素调节具有_____性。

(3) 请结合材料分析细胞为什么需要“第二信使”_____？

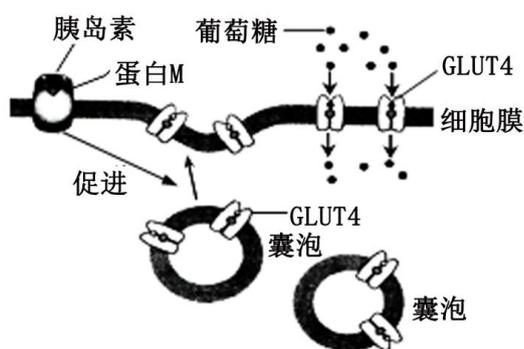
(4) 研究表明 cAMP 激活 PKA 后，PKA 在激活下游蛋白的同时也会激活相关水解酶，使 CAMP 水解成为无活性产物，请说出该机制的生物学意义_____。

19. 糖尿病是一种以高血糖为特征的代谢性疾病。认知功能障碍是糖尿病的并发症之一，严重危害人体健康并影响人们的生活质量。

(1) 健康人体的血糖浓度上升既可直接作用于胰岛，也可使下丘脑的葡萄糖感受器产生兴奋，调节_____细胞分泌胰岛素增多，促进细胞对葡萄糖的_____，从而使血糖水平降低。因此，血糖浓度是_____共同调节的结果。

(2) 葡萄糖转运蛋白 GLUT4 是位于细胞膜上的葡萄糖载体，下图为胰岛素作用机理示意图。

①据图分析，当胰岛素与细胞膜上的蛋白 M 结合之后，促进_____和_____的融合，从而导致细胞膜上 GLUT4 的数量增加，提高了细胞对葡萄糖的转运能力。



②结合图分析，下列因素中可能会引发糖尿病的有_____（填下列字母）

- a. 体内产生蛋白 M 抗体
- b. 体内产生胰岛素抗体
- c. 胰高血糖素与其受体结合发生障碍

(3) 据研究，高糖引起的海马区神经元凋亡是糖尿病患者神经系统受损的重要原因。科研人员欲探索红



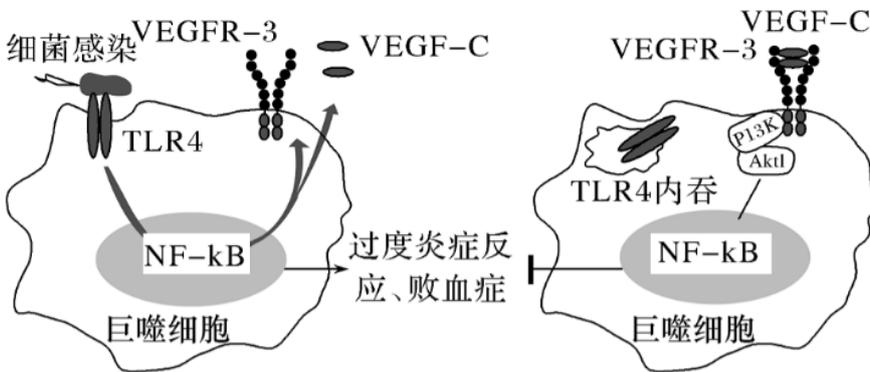
景天苷联合胰岛素对高糖培养海马神经元凋亡的影响，为糖尿病认知功能障碍的发病机制和早期防治提供科学依据。实验选择新生大鼠的海马神经元进行体外培养，实验结果如下表。

	组别	海马神经元凋亡率%
1	正常对照组	12.17
2	高糖组	20.64
3	胰岛素组	10.42
4	红景天苷组	13.08
5	红景天苷联合胰岛素组	7.42



- ①表中培养基中需要添加葡萄糖创造高糖环境的组别有_____。
- ②进行细胞计数时，每组需在显微镜下选取 10 个视野，至少计数 500 个细胞，且实验重复 3 次，这样操作的目的是_____。
- ③根据表中数据可知红景天苷对高糖培养海马神经元凋亡具有_____作用。
- ④依据实验目的，分析实验结果，可得出的结论是_____。

20. 下图为巨噬细胞炎症反应的新机制研究，巨噬细胞受细菌感染或细菌脂多糖 LPS 刺激后，升高血管内皮生长因子受体 3 (VEGFR-3) 和信号分子 VEGF-C 的表达。VEGFR-3 形成反馈环路，抑制 TLR4-NF- κ B 介导的炎症反应，降低细菌感染导致的败血症的发生。

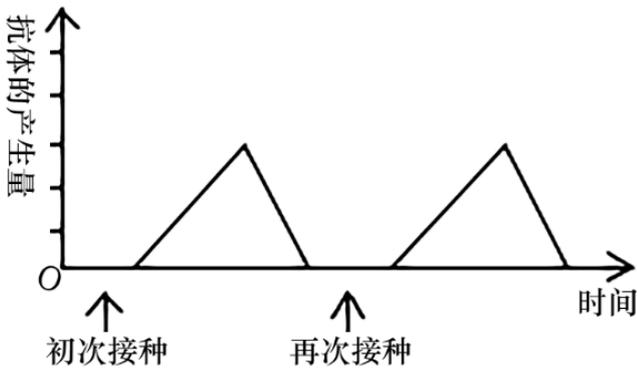


- (1) 细菌或细菌脂多糖 LPS 在免疫学上相当于_____，TLR4 的化学本质是_____。
- (2) 过度或持续性的 TLR4 活化引起过度炎症反应、败血症，在 VEGF-C 的刺激下，通过活化 PI3K-Akt1 通路，促进_____，从而抑制 NF- κ B 活性，降低败血症的发生。
- (3) 该细胞能够产生溶菌酶直接杀死病原菌，该过程属于_____免疫。吞噬细胞吞噬病菌后会发生程序性死亡现象，该现象属于_____。
- (4) 抗原激发的体液免疫应答有两类：第一类是大多数抗原必须有 T 细胞参与下才能完成；第二类是少数抗原物质，单独刺激 B 细胞即可完成。为了探究细菌脂多糖 LPS 属于哪一类免疫应答，可以选择年龄、性别等相同的小鼠进行 LPS 接种处理（如下表）。

	处理胸腺	是否产生相应浆细胞	是否产生相应的抗体
甲组小鼠	切除		
乙组小鼠	不切除		

据表分析，实验组是_____组小鼠，如果_____，则该抗原属于第二类。

(5) 一般情况下，接受抗原刺激的 B 细胞会增殖分化为_____，科学家用 LPS 分先后两次接种小鼠，并检测相应抗体的产生量，如下图所示，该实验结果说明：LPS_____。



21. 人体受病毒感染后经常会出现发热、四肢无力等症状。新冠病毒表面蛋白的受体结构域 RBD，能与人类呼吸道、心血管等细胞膜上受体 hACE2 结合，介导病毒进入宿主细胞。

(1) 为探究发热症状出现的机制，科研人员向转 hACE2 基因的小鼠体内注射新冠病毒引发免疫应答，并通过_____调节，小鼠出现发热症状。已知 Fos 蛋白在神经元激活后表达量会短暂迅速增加。在小鼠体温达到峰值前，检测下丘脑不同区域细胞的 Fos 蛋白表达量，其目的是_____。

(2) 科研人员利用编码 RBD 的 mRNA，制备新冠病毒疫苗。mRNA 疫苗进入细胞内，在核糖体上合成 RBD，RBD 分泌出细胞后会刺激_____增殖分化为浆细胞，产生 RBD 抗体。

(3) 通过实验检测不同剂量的 mRNA 疫苗刺激小鼠产生抗体的相对含量，结果如图 1 所示。

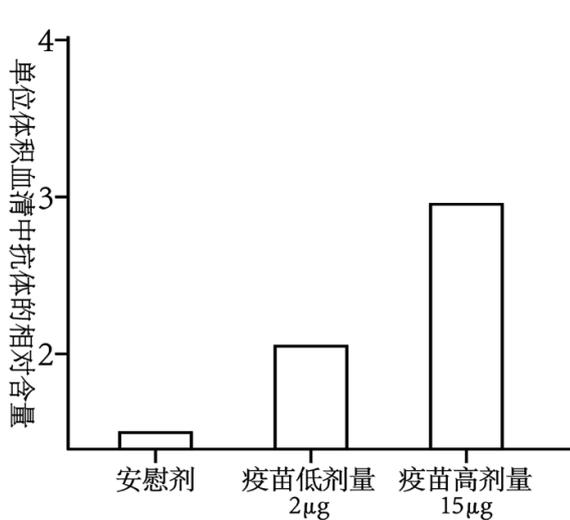


图1

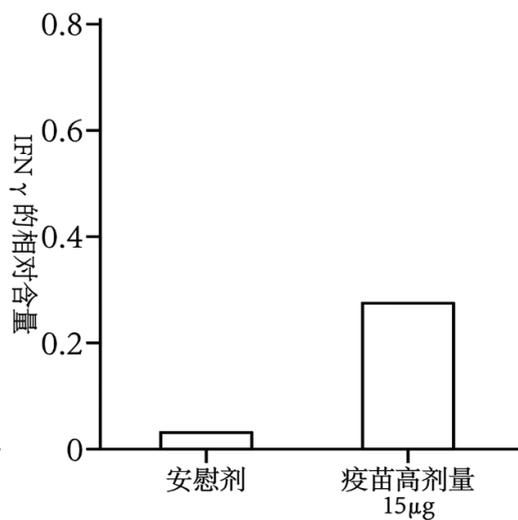


图2

①安慰剂组 RNA 与实验组 RNA 的碱基应该_____ (选择以下选项)，并且安慰剂组的 RNA 不能通过_____过程合成相应的蛋白质。

A. 数目不同序列不同 B. 数目相同序列不同 C. 数目相同序列相同

②已知效应 T 细胞受到抗原刺激后会释放淋巴因子 IFN_{γ} 。获取安慰剂组和疫苗高剂量组小鼠的脾脏，分离出 T 细胞，分别加入_____后，检测 IFN_{γ} 的相对含量（图 2）。依据图 1 和图 2 结果分析：该 RNA 疫苗能刺激机体产生的免疫应答方式分别为_____。

（4）为进一步探究 mRNA 疫苗刺激小鼠产生的抗体能否长时间存在保护作用，研究者进行了下列相关实验（图 3）。

①请完善图中实验操作：A _____，B _____。

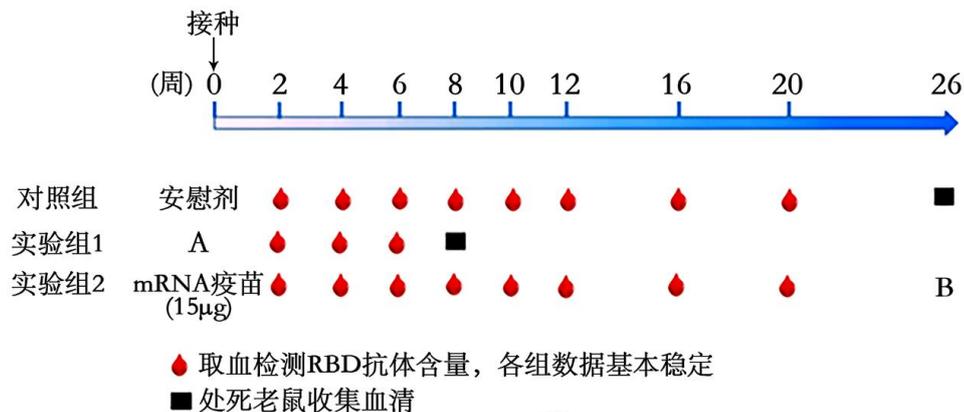


图3

②为进一步评估疫苗效果，将上述实验收集的血清分别注射到三组转 hACE2 基因的小鼠体内，1 天后小鼠鼻内吸入新冠病毒，5 天后处死小鼠，检测肺内新冠病毒的有无，若三组的实验结果为_____，则说明疫苗刺激机体产生的抗体可以实现长达 26 周的保护。

参考答案

一、单项选择题（本大题共 15 小题，每小题 2 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项正确）

1. 【答案】A

【分析】内环境即细胞外液包括血浆、组织液和淋巴液，一切与外界相通的管腔、囊腔（如消化道、呼吸道、膀胱、子宫等）及与外界相通的液体（如泪液、汗液、尿液、消化液等）都不可看作内环境，因而其内所含物质也不可看作存在于内环境中的物质。凡是发生在血浆、组织液或淋巴液中的反应都属于发生在内环境中的反应，发生在细胞内的反应不属于发生在内环境中是反应。

【详解】A、抗体是分泌蛋白，主要在血浆中，故抗原与抗体特异性结合可以发生在内环境中，A 正确；

B、血浆蛋白的合成发生在核糖体上，位于细胞内，不属于内环境，B 错误；

C、丙酮酸的氧化分解发生在细胞内部，不属于内环境，C 错误；

D、神经递质的合成发生在细胞内，不属于内环境，D 错误。

故选 A。



2. 【答案】D

【分析】在夏季炎热、缺水的环境中，细胞外液渗透压升高，通过下丘脑的调节，垂体释放的抗利尿激素增加，促进肾小管和集合管对水的重吸收，使得尿量减少。

【详解】当健康人处于炎热、缺水的环境中，由于缺水导致细胞外液渗透压升高，抗利尿激素释放量增加，肾小管和集合管对水的重吸收增加，此时抗利尿激素分泌增加，肾小管对水的重吸收增强；下丘脑相关中枢对传来的兴奋进行分析和综合后传到大脑皮层的渴觉中枢，产生渴觉，促进主动饮水，ABC 错误，D 正确。

故选 D。

3. 【答案】A

【分析】据图分析可知，图中涉及 4 个神经元，1 个传入神经元，1 个中间神经元，2 个传出神经元。

【详解】A. 该示意图中涉及了 4 个神经元，其中 2 个是运动（传出）神经元，A 正确；

B. 抑制性神经元会释放抑制性神经递质，对后续神经元产生抑制作用，B 错误；

C. 膝跳反射过程中，刺激感受器，在感觉神经元中引发了动作电位传至中枢，传出神经元兴奋并将信号传递给股四头肌并使之收缩，而抑制性中间神经元同时兴奋，结果是释放抑制性递质到突触间隙，使突触后膜发生超极化，从而保证股二头肌不收缩，因此股四头肌的收缩不是通过反射弧抑制了股二头肌舒张，C 错误；

D. 兴奋状态下神经细胞膜两侧电位表现为外负内正，D 错误。

4. 【答案】C

【分析】静息电位主要是由 K^+ 外流造成的，据图可知两条曲线的静息电位曲线重合，所以两种海水中神经纤维的静息电位相同，说明细胞外 Na^+ 浓度的改变对静息电位没有影响；动作电位主要是由 Na^+ 内流造成的，在两种海水中，均是膜外的 Na^+ 浓度高于膜内，只是在正常海水中膜外和膜内的 Na^+ 浓度差较低 Na^+ 海水中的浓度差大，所以正常海水中动作电位的峰值较高。

- 【详解】A. 据图可知，低 Na^+ 海水中动作电位的峰值产生的时间比正常海水动作电位产生时间延后，因此降低细胞外钠离子浓度会延缓动作电位峰电位的产生，A 正确；
- B. 据图可知，低 Na^+ 海水中动作电位的峰值较低，因此神经元动作电位的幅度与细胞外钠离子的浓度有关，B 正确；
- C. 动作电位主要是由 Na^+ 内流造成的，用高钠海水重复该实验，则膜外和膜内的 Na^+ 浓度差更大，动作电位的幅度会上升，C 错误；
- D. 低钠海水除了钠离子浓度外，其他与正常海水一致，D 正确。

5. 【答案】C

【分析】在神经元的信息传递过程中，当一个神经元受到来自环境或其他神经元的信号刺激时，储存在突触前囊泡内的递质可向突触间隙释放，作用于突触后膜相应受体，将递质信号传递给下一个神经元。

【详解】A、结合图示可知，钙离子进入突触前膜，可以促进乙酰胆碱的释放，故神经冲动抵达突触前轴突末梢时，若增加细胞外 Ca^{2+} 浓度，可促进乙酰胆碱的释放，A 正确；

B、乙酰胆碱与突触后膜上的受体结合，使得钠离子通道打开，促进 Na^+ 内流，使突触后神经元兴奋，B 正确；

C、乙酰胆碱为神经递质，与突触后神经元膜上的受体结合，不会进入突触后神经元，C 错误；

D、突触由突触前膜、突触间隙和突触后膜构成，在突触处由电信号→化学信号→电信号，在神经纤维上以电信号形式传导，因此在突触处传递更慢，D 正确。

故选 C

6. 【答案】A

【分析】神经系统包括中枢神经系统和外周神经系统，中枢神经系统由脑和脊髓组成，脑分为大脑、小脑和脑干；外周神经系统包括脊神经、脑神经。自主神经系统包括交感神经和副交感神经。交感神经和副交感神经是调节人体内脏功能的神经装置，所以也叫内脏神经系统，因为其功能不完全受人类的意识支配，所以又叫自主神经系统。

【详解】A、兴奋时，自主神经系统的交感神经占优势，心脏跳动加快，当人体处于安静状态时，副交感神经活动占据优势，心跳减慢，A 错误；

B、支配心脏、血管等内脏器官的传出神经一般不受意识的控制，统称为自主神经，分为交感神经和副交感神经，B 正确；

C、支配心脏跳动的交感神经和副交感神经作用相反，犹如汽车的油门和刹车，交感神经占优势时心脏跳动加快，副交感神经活动占据优势时心跳减慢，C 正确；

D、自主神经系统的活动会受大脑等高级中枢调控，D 正确。

故选 A。

7. 【答案】D

【分析】题意分析，内环境中氧气含量下降会促进肾脏合成并分泌促红细胞生成素（EPO），而促红细胞生成素（EPO）能促进骨髓造血干细胞形成红细胞，而红细胞的增多会抑制肾脏分泌促红细胞生成素，从而避免了红细胞生成过多，即存在反馈调节。



【详解】A、体液调节是通过体液传送化学物质的方式对生命活动进行的调节，除激素外，还有二氧化碳等其他化学物质，该模型中氧气对 EPO 分泌的调节属于体液调节，A 正确；

B、据图可知，肾脏分泌的 EPO 促进红细胞的生成，高浓度的红细胞反过来抑制肾脏对 EPO 的分泌，该过程属于负反馈调节，B 正确；

C、据图可知，EPO 可作用于造血干细胞，而激素需要与受体结合后起作用，故推测造血干细胞细胞膜上存在 EPO 受体，C 正确；

D、分析题意可知，EPO 是一种蛋白类激素，若口服会被分解而失去作用，D 错误。

故选 D。

8. 【答案】B

【分析】体内失水过多，吃的过咸或饮水不足，导致内环境渗透压升高，下丘脑渗透压感受器兴奋，下丘脑合成分泌，垂体释放抗利尿激素，作用于肾小管和集合管，促进其对水的重吸收能力。

【详解】A、抗利尿激素是由下丘脑合成分泌，垂体释放，作用于肾小管和集合管，促进其对水的重吸收，A 正确；

B、食物过咸导致内环境渗透压升高，下丘脑渗透压感受器兴奋，下丘脑合成分泌，垂体释放抗利尿激素，但是血容量升高会导致抗利尿激素分泌减少，B 错误；

C、分析曲线图可知，血压轻微下降（0 → -10%）时，血浆中的抗利尿激素变化不大，C 正确；

D、体内失水过多，吃的过咸或饮水不足，导致内环境渗透压升高，下丘脑渗透压感受器兴奋，下丘脑合成分泌，垂体释放抗利尿激素，作用于肾小管和集合管，促进其对水的重吸收能力，由此可知水盐平衡是神经和体液共同调节的结果，D 正确。

故选 B。

【点睛】本题主要考查抗利尿激素的相关内容，要求考生识记相关知识，并利用所学知识结合曲线图准确答题。

9. 【答案】A

【分析】胰岛素的本质是蛋白质，硫元素是蛋白质的特征元素。用“抗原-抗体”复合物检测其放射性强度，如放射性强则血液中胰岛素少，如放射性弱则血液中胰岛素多。

【详解】A、胰岛素特有的组成元素是 S 元素，用放射性同位素 ^{35}S 来标记胰岛素，可以将胰岛素与其他有机物区分开，A 错误；

B、抗体具有特异性，可与相应的抗原发生特异性结合，B 正确；

C、“抗原—抗体”复合物放射性越强，说明待测血液中的胰岛素与带标记胰岛素竞争越少，糖尿病患者的胰岛素含量低，实验结果的放射性强，C 正确；

D、“抗原—抗体”复合物放射性越强，说明待测血液中的胰岛素与带标记胰岛素竞争越少，待测血液中胰岛素含量越低，D 正确。

故选 A。

10. 【答案】A

【分析】雌激素由性腺分泌，受下丘脑和垂体的分级调节，性激素分泌量增加，会抑制下丘脑和垂体的活



动。

【详解】A、大豆异黄酮会抑制促性腺激素的分泌，A 正确；

B、大豆异黄酮分子结构与人雌激素相似，进入人体后发挥微弱的雌激素效应，推测其能与人雌激素受体特异性结合，B 错误；

C、大豆异黄酮分子结构与人雌激素相似，进入人体后能发挥微弱的雌激素效应，可以作用于下丘脑和垂体上的雌激素受体，C 错误；

D、大豆中的大豆异黄酮，进入人体后能发挥微弱的雌激素效应，故可以缓解雌激素水平降低者的症状，D 错误。

故选 A。

11. 【答案】D

【分析】1、渗透压调节的机理：细胞外液渗透压上升刺激下丘脑渗透压感受器，使下丘脑分泌的由垂体释放的抗利尿激素增多，作用于肾小管和集合管，增强水的重吸收，使得细胞外液渗透压下降、尿液的量减少；另一方面，渗透压感受器作用于大脑皮层，产生渴觉，主动饮水，细胞外液渗透压下降。

2、体温调节的机理：寒冷环境→皮肤冷觉感受器→下丘脑体温调节中枢→传出神经→骨骼肌（不自主收缩（战栗））增加产热。同时通过激素调节作用于甲状腺，使甲状腺激素分泌增多，新陈代谢活动加强，从而产生更多的热量；在炎热环境汗腺分泌活动加强，反射弧为：炎热环境→皮肤热觉感受器→下丘脑体温调节中枢→传出神经→汗腺分泌活动加强，散热增多。

【详解】A、由图中调节过程分析可知，①为抗利尿激素，当饮水不足时，细胞外液渗透压升高，刺激下丘脑渗透压感受器，使下丘脑分泌的由垂体释放的抗利尿激素增多，A 错误；

B、寒冷刺激时，通过神经——体液调节，④甲状腺激素分泌增多，使机体代谢加强增加产热。甲状腺激素的分泌存在“下丘脑→垂体→甲状腺”分级调节，甲状腺激素分泌过多，会作用于下丘脑和垂体，使得下丘脑分泌的促甲状腺激素释放激素和垂体分泌的促甲状腺激素减少，存在反馈调节，B 错误；

C、高血压的调节主要通过神经和体液进行，血压升高和降低不是只受自主神经系统调节，C 错误；

D、下丘脑作用多重，可以作为渗透压感受器、神经中枢、分泌激素等，图中 A 细胞分泌的激素体现了下丘脑作为内分泌调节中枢的功能，D 正确。

故选 D。

12. 【答案】C

【分析】夏天出汗多，机体丢失水的同时也丢失了无机盐，故补充更多水分的同时，也需要补充一定的盐分，有利于维持机体的渗透压平衡以及机体生命活动的正常进行

糖尿病是一种以高血糖为特征的代谢性疾病。高血糖则是由于胰岛素分泌缺陷或其生物作用受损，或两者兼有引起。长期存在的高血糖，导致各种组织，特别是眼、肾、心脏、血管、神经的慢性损害、功能障碍。

【详解】A、喝含糖饮料会导致血糖上升，但是糖类是细胞生命活动的主要能源物质，故夏季不是不应该喝含糖饮料，而是应该注意所喝饮料的含糖量，注意糖类的摄入量，A 错误；

B、喝一瓶饮料后，血糖升高后会下降，因为机体存在血糖平衡调节机制，但是不可每天可多次大量饮用



该饮料，长时间摄入过多的糖，可能会引发糖尿病，B 错误；

C、夏天出汗多，机体丢失水的同时也丢失了无机盐，故补充更多水分的同时，也需要补充一定的盐分，有利于维持机体的渗透压平衡以及机体生命活动的正常进行，C 正确；

D、该同学喝一瓶饮料后，血糖上升明显，是因为饮料中含糖量较高导致机体摄入糖分过多导致的，并不能作为判断该学生患有糖尿病的依据，D 错误。

故选 C。

13. 【答案】A

【分析】糖皮质激素是肾上腺皮质产生的“应激激素”，包括皮质醇和皮质酮，具有升高血糖的作用，机体可通过下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴调控其分泌，说明糖皮质激素的分泌存在分级调节，机体接受刺激后，下丘脑分泌促肾上腺皮质激素释放激素作用于垂体促进垂体合成并释放促肾上腺皮质激素，进而调控肾上腺皮质细胞合成糖皮质激素。若糖皮质激素含量过高，会反过来抑制下丘脑和垂体释放相关激素，这是一种负反馈调节机制，使得健康人体内糖皮质激素浓度不会持续过高。

【详解】A、从题目给出的绘制的曲线图的横坐标以及纵坐标来看，曲线是在不同时间抽取小鼠的血液（由于激素随体液运输）并测定激素含量而获得的，A 正确；

B、分析曲线可知，强迫小鼠游泳后，皮质酮含量总是高于皮质醇，容易检测，因此可以选择皮质酮作为小鼠应激模型指标；但是，剧烈应激 3min 时（短时间内）皮质醇含量迅速升高，因此也可以选择皮质醇作为小鼠应激模型指标，B 错误；

C、机体可通过下丘脑—垂体—肾上腺皮质轴调控糖皮质激素分泌，说明糖皮质激素的分泌可以通过下丘脑和垂体实现分级调节，但是肾上腺素的分泌不存在分级调节，C 错误；

D、肾上腺糖皮质激素具有升高血糖的作用，盐皮质激素主要促进肾小管重吸收，维持体内水、电解质稳态，二者不是针对某一生理功能产生相反的作用，不具有拮抗作用，D 错误。

故选 A。

14. 【答案】D

【分析】据图分析，实验鼠 A 注射抗原，发生免疫反应，产生的记忆 T 细胞会储存在脂肪组织中，将脂肪组织移植到实验鼠 B 中，当其感染病原体时会发生二次免疫反应因而不患病。

【详解】A、根据细胞免疫可知，在抗原刺激下，小鼠 T 细胞增殖分化形成记忆 T 细胞和效应 T 细胞，A 正确；

B、为了排除自身记忆细胞的影响，接受脂肪组织移植前的实验鼠 B 不应接种相应的病原体，B 正确；

C、实验鼠 B 不患病可能与移植的脂肪组织中含有记忆 T 细胞有关，发挥特异性免疫，C 正确；

D、实验不以证明脂肪组织中有记忆 T 细胞，还应做相应的对照试验，D 错误。

故选 D。

15. 【答案】D

【分析】该图表示体液免疫过程，X 表示抗原，Y 表示抗体，a 是血细胞，b 是 T 淋巴细胞，c 是 B 淋巴细胞，d 是浆细胞，e 是记忆 B 细胞，f 是吞噬细胞

【详解】A、造血干细胞是多能干细胞，可以分化为各种血细胞和多种免疫细胞，A 正确；



B、细胞 f 是吞噬细胞、d 是浆细胞，浆细胞没有特异性识别能力，吞噬细胞能识别抗原，但没有特异性，B 正确；

C、b (T 淋巴细胞) 分泌的白细胞介素-2 可促进 c (B 淋巴细胞) 增殖和分化形成浆细胞和记忆细胞，C 正确；

D、Y 是抗体，属于蛋白质的一种，可由 d 浆细胞大量合成，e 记忆 B 细胞不能合成抗体，D 错误。

故选 D。

二、非选择题 (本大题共 6 小题, 共 70 分)

16. 【答案】(1) ①. 脂质 ②. 通道蛋白

(2) ①. 外正内负 ②. 大于

(3) ①. -95.4mV ②. 梯度减小

【分析】1、静息电位产生的原因：细胞处于安静状态下，存在于细胞膜两侧的电位差称为静息电位，表现为内负外正。原因是细胞膜对 K^+ 的通透性增大， K^+ 外流，表现为外正内负。

2、动作电位产生的原因：细胞膜对 Na^+ 的通透性增大， Na^+ 内流，表现为内正外负。

【小问 1 详解】

骨骼肌细胞膜的主要成分是蛋白质和脂质，静息电位形成时细胞膜上介导 K^+ 跨膜运输的蛋白质有通道蛋白。

【小问 2 详解】

静息状态下，膜仅对 K^+ 具有通透性时， K^+ 顺浓度梯度向膜外流动，膜外正电荷和膜内负电荷数量逐步增加，对 K^+ 进一步外流起阻碍作用，最终 K^+ 跨膜流动达到平衡，形成稳定的跨膜静电场，此时膜两侧的电位表现是外正内负，时膜内 K^+ 浓度大于膜外。

【小问 3 详解】

①根据公式，静息状态下， K^+ 静电场强度 = $60 \times (-1.59) = -95.4mV$ ，与静息电位实测值接近，推测 K^+ 外流形成的静电场可能是构成静息电位的主要因素。②梯度增加细胞外 K^+ 浓度，此时钾离子外流梯度减小，如果所测静息电位的值梯度减小，则可验证 K^+ 外流形成的静电场可能是构成静息电位的主要因素。

17. 【答案】(1) 非条件反射

(2) ①. 感受器 ②. 背根神经节有接受辣椒素刺激的感觉神经元胞体，能通过基因选择性表达转录出辣椒素受体基因的 mRNA ③. 胚胎肾细胞不表达辣椒素受体基因，对辣椒素不敏感 ④. 胚胎肾细胞内检测到荧光 ⑤. 此细胞转入的基因 (DNA 片段) 为辣椒素受体基因 ⑥. ABCD

(3) ①. 机械压力 ②. 分子

【分析】神经调节的方式是反射。反射的机构基础是反射弧。

【小问 1 详解】

神经调节的方式是反射活动，图示缩手反射的神经中枢在脊髓，为低级反射中枢，故是一种非条件反射。

【小问 2 详解】

①神经调节的结构基础是完整的反射弧包含感受器、传入神经、神经中枢、传出神经、效应器。辣椒素受体是感受刺激的部位因此属于感受器。由于基因的选择性表达，背根神经节有接受辣椒素刺激的感觉神经



元胞体能够表达转录出辣椒素受体基因的 mRNA，因此以背根神经节而非其他组织为原料来获取细胞 mRNA。

②胚胎肾细胞本身是不表达辣椒素受体基因，对辣椒素也不敏感，因此选用它作为受体细胞，进而检测是否成功导入辣椒素受体基因并且还可以检测是否正常表达。若图 2 实验的检测结果为胚胎肾细胞内检测到荧光，则说明此细胞转入的基因（DNA 片段）为辣椒素受体基因，从而达到实验目的。

③A、TRPV1 受体的发现，整合了痛觉和温度感知的内在分子机制即基因选择性表达的结果，A 正确；
B、辣椒素受体能够被辣椒素激活还可以被 43℃以上的高温、酸、组织损伤等伤害性刺激激活，进而产生痛觉，B 正确；

C、鸟类的 TRPV1 和哺乳动物一样能感受到热刺激，但是却对辣椒素无反应，推测是因为鸡与人 TRPV1 的空间结构不同，导致其对辛辣刺激物的反应不同，C 正确；

D、目前科学家已发现多种感受不同阈值热觉、冷觉的通道蛋白，因此人类能敏感地感知环境不同温度的刺激，与人类具有多个不同温度阈值的温度感受器有关，D 正确。

故选 ABCD。

【小问 3 详解】

实验的设计思路原理是将该细胞进行单个基因敲除处理后，对细胞施加机械压力，进而来看是否有相应的反应来推测该基因的作用。这是从基因即分子水平来解码人类温觉、痛觉、触觉等感觉的大门。

18. 【答案】（1）微量高效；通过体液运输；作用于靶器官、靶细胞

（2）①. 激活细胞内的腺苷酸环化酶，在 Mg^{2+} 存在的条件下，AC 催化 ATP 转变成环磷酸腺苷（cAMP）②. 高效

（3）多肽或蛋白类激素和大多数胺类激素属于含氮类亲水性激素，无法进入靶细胞内，主要与靶细胞膜上的特异性受体结合而发挥作用，而第二信使则可以在细胞内发挥作用，最终引起细胞内效应

（4）通过负反馈精确调节生命活动，对于维持机体正常代谢和内环境稳态具有积极的意义

【分析】激素调节的特点：

（1）微量高效 如：在人体血液中甲状腺激素的含量只有 $3 \times 10^{-5} \sim 14 \times 10^{-5} \text{mg/mL}$ ，而 1mg 甲状腺激素可使人体产热增加 4200kJ。

（2）通过体液运输 内分泌腺没有导管，分泌的激素弥散到体液中，随血液流到全身，传递着各种信息。

（3）作用于靶器官、靶细胞 研究发现，甲状腺激素几乎对全身细胞都起作用，而促甲状腺激素只作用于甲状腺。能被特定激素作用的器官、细胞就是该激素的靶器官、靶细胞。激素一经靶细胞接受并起作用后就被灭活了，因此，体内源源不断地产生激素，以维持激素含量的动态平衡。

（4）作为信使传递信息。

【小问 1 详解】

激素作为信号分子，其调节的特点是：微量高效；通过体液运输；作用于靶器官、靶细胞。

【小问 2 详解】

请根据材料将肾上腺素的作用机制补充完整：肾上腺素与受体结合 → G 蛋白被活化 → 激活细胞内的腺苷



酸环化酶 (AC), 在 Mg^{2+} 存在的条件下, AC 催化 ATP 转变成环磷酸腺苷 (cAMP) \rightarrow PKA 激活磷酸化酶 \rightarrow 在酶的作用下, 肝糖原分解为葡萄糖。1 mol 肾上腺素可促使细胞生成 10^8 mol 葡萄糖, 同时也说明激素调节具有高效性, 少量的激素就能促进较多产物的生成。

【小问 3 详解】

分析题干可知, 多肽或蛋白类激素和大多数胺类激素属于含氮类亲水性激素, 无法进入靶细胞内, 主要与靶细胞膜上的特异性受体结合而发挥作用, 而第二信使则可以在细胞内发挥作用, 最终引起细胞内效应, 故细胞需要“第二信使”起到调节一系列生命活动的作用。

【小问 4 详解】

进一步研究发现, cAMP 激活 PKA 后, PKA 在激活下游蛋白的同时也会激活磷酸二酯酶 (PDE), 使 cAMP 水解成为无活性产物, 这样可避免激素调节信号过度放大, 影响机体的正常代谢过程, 进而可避免对机体的健康造成威胁, 可见此调节过程于维持内环境稳态具有积极的意义。

19. 【答案】(1) ①. 胰岛 B ②. 摄取、利用和储存 ③. 神经和体液

(2) ①. 含 GLUT4 的囊泡 ②. 细胞膜 ③. a、b

(3) ①. 2、3、4、5 ②. (避免偶然因素)减少实验误差 ③. 抑制 ④. 红景天苷联合胰岛素能够抑制高糖培养海马神经元凋亡, 效果优于单独使用胰岛素及红景天苷

【分析】胰岛素是唯一能降低血糖的激素, 其作用分为两个方面: 促进血糖氧化分解、合成糖原、转化成非糖类物质; 抑制肝糖原的分解和非糖类物质转化。

胰高血糖素和肾上腺素能升高血糖, 只有促进效果没有抑制作用, 即促进肝糖原的分解和非糖类物质转化。

【小问 1 详解】

胰岛素是唯一能降低血糖的激素, 由胰岛 B 分泌, 其作用是促进细胞对葡萄糖的摄取、利用和储存, 从而使血糖水平降低。健康人体的血糖浓度上升既可直接作用于胰岛, 也可使下丘脑的葡萄糖感受器产生兴奋, 调节血糖浓度, 因此, 血糖浓度是神经和内分泌系统共同参与调节的结果。

【小问 2 详解】

①据图分析, 当胰岛素与细胞膜上的蛋白 M 结合之后, 促进含 GLUT4 的囊泡和细胞膜的融合, 从而导致细胞膜上 GLUT4 的数量增加, 提高了细胞对葡萄糖的转运能力。

②a、结合图分析, 若体内产生蛋白 M 抗体, 导致蛋白 M 不能与胰岛素结合, 不能促进含 GLUT4 的囊泡和细胞膜的融合, 细胞对葡萄糖的转运能力下降, 血糖升高可能引起糖尿病, a 正确;

b、若体内产生胰岛素抗体, 胰岛素抗体与胰岛素结合, 导致蛋白 M 不能与胰岛素结合, 同理可能引起糖尿病, b 正确;

c、胰高血糖素能够升高血糖, 若胰高血糖素与其受体结合发生障碍, 不会引发糖尿病, c 错误。

故选 ab。

【小问 3 详解】

本题的实验目的是探索红景天苷联合胰岛素对高糖培养海马神经元凋亡的影响, 为糖尿病认知功能障碍的发病机制和早期防治提供科学依据。



- ①其中1组为正常对照组，3、4、5组为进行不同处理的实验组，应在培养基中需要添加葡萄糖创造高糖环境，2组为高糖组，所以表中培养基中需要添加葡萄糖创造高糖环境的组别有2、3、4、5。
- ②进行细胞计数时，至少计数500个细胞，且进行重复实验的目的是减少实验误差。
- ③比较2组和4组结果可知，红景天苷对高糖培养海马神经元凋亡具有抑制作用。
- ④分析实验结果可知，红景天苷联合胰岛素能够抑制高糖培养海马神经元凋亡，效果优于单独使用胰岛素及红景天苷。

20. 【答案】(1) ①. 抗原 ②. 受体蛋白(糖蛋白) (2) TLR4 内吞

(3) ①. 非特异性 ②. 细胞凋亡

(4) ①. 甲 ②. 甲乙两组小鼠均产生相应浆细胞和相应的抗体

(5) ①. 记忆细胞和浆细胞 ②. 刺激机体产生浆细胞，但是不能刺激机体产生记忆细胞



【分析】1、记忆细胞可以在抗原消失后很长时间内保持对这种抗原的记忆，当再接触这种抗原时，能迅速增殖、分化，快速产生大量的抗体，故二次免疫反应快而且强烈。

2、人体抵御病原体的攻击通常有三道防线，皮肤黏膜是保卫人体的第一道防线，体液中的杀菌物质和吞噬细胞是保卫人体的第二道防线，这两道防线人生来就有，也不针对某一类特定的病原体，而是对多种病原体都有防御作用，因此，叫做非特异性免疫。

【小问1详解】

细菌或细菌脂多糖 LPS 在免疫学上相当于抗原，能够引发机体的免疫反应，TLR4 的本质是受体蛋白(糖蛋白)，位于细胞膜上，具有识别作用。

【小问2详解】

分析题图可知，过度或持续性的 TLR4 活化引起过度炎症反应、败血症，在 VEGF-C 的刺激下，通过活化 PI3K-Akt1 通路，促进 TLR4 内吞，从而抑制 NF- κ B 活性，降低败血症的发生。

【小问3详解】

该细胞能够产生溶菌酶直接杀死病原菌，该过程属于非特异性免疫，该过程对所有的病原体都起作用，故属于非特异性免疫。吞噬细胞吞噬病菌后会发生程序性死亡现象，该现象属于细胞凋亡，是基因决定的自动结束生命的过程，对机体有积极意义。

【小问4详解】

由题意可知：实验设计中的自变量应是机体内是否有 T 淋巴细胞，故切除胸腺的甲组小鼠为实验组(不含 T 淋巴细胞)，选择年龄、性别等相同(保证无关变量的一致性)的小鼠进行 LPS 接种处理(如表)。如果甲、乙两组小鼠均产生相应浆细胞和相应的抗体则该抗原属于第二类，如果只有乙组产生相应浆细胞和相应的抗体则该抗原属于第一类。

【小问5详解】

一般情况下，接受抗原刺激的 B 细胞会增殖分化为记忆细胞和浆细胞，科学家用 LPS 分先后两次接种小鼠，并检测相应的抗体的产生量，由于二次免疫的特征是能够在短期内产生大量的抗体，而图 2 中的结果与常规的二次免疫的抗体特征不同，故可知：LPS 刺激机体产生浆细胞，但是不能刺激机体产生记忆细胞。

21. 【答案】(1) ①. 神经-体液 ②. 找出下丘脑中响应细菌感染, 参与发热调控的神经中枢 (2) B (淋巴) 细胞
- (3) ①. B ②. 翻译 ③. RBD##新冠病毒 ④. 体液免疫、细胞免疫
- (4) ①. 15 μ gmRNA 疫苗 ②. 处死老鼠收集血清 ③. 注射对照组血清的转基因小鼠肺内有新冠病毒, 注射实验组 1 和 2 血清的转基因小鼠肺内没有新冠病毒

【分析】1、疫苗属于抗原, 常见的疫苗有减毒活疫苗、灭活病毒疫苗、重组蛋白疫苗、重组病毒载体疫苗、核酸疫苗等。2、血清疗法为输入新冠肺炎患者康复者的血清, 原因是血清中含有抗体。

【小问 1 详解】

向转 hACE2 基因的小鼠体内注射新冠病毒引发免疫应答, 进而通过下丘脑参与的神经调节和甲状腺激素等参与的体液调节, 小鼠出现发热症状。

结合题意可知, Fos 蛋白在神经元中表达量低, 但神经元激活后, Fos 蛋白表达量短暂迅速增加, 据此推测, 科研人员给正常小鼠注射新冠病毒等体温达到峰值后, 检测下丘脑不同区域细胞的 Fos 蛋白表达量, 目的是找出下丘脑中响应细菌感染, 参与发热调控的神经中枢。

【小问 2 详解】

mRNA 疫苗进入细胞后指导合成的 RBD, 相当于抗原, 可激发机体的特异性免疫过程: 刺激 B 细胞增殖分化为浆细胞, 进而产生抗体。

【小问 3 详解】

①不同 RNA 的本质区别在于碱基排列顺序的不同, 设置安慰剂组的目的是排除 RNA 的作用, 和实验组的 RNA 碱基数目为无关变量应相同, 序列不同, B 正确, AC 错误; 故选 B。RNA 指导蛋白质合成的具体过程为翻译。

②结合题意"效应 T 细胞受到抗原刺激后会释放淋巴因子 IFN γ ", 故为检测 IFN γ 的含量, 需要加入能刺激 IFN γ 产生的抗原, 此处应为新冠病毒 (RBD); 据图 1 和图 2 可知, 该过程中既有抗体产生, 也有经效应 T 细胞释放的 IFN γ ", 故该疫苗能刺激机体产生的特异性免疫方式分别为体液免疫和细胞免疫。

【小问 4 详解】

①分析题意可知, 实验目的为"探究 mRNA 疫苗刺激小鼠产生的抗体能否长时间存在保护作用", 则实验的测定指标应为抗体的作用时间, 故 A 和 B 的实验操作分别为注射 15 μ gmRNA 疫苗和处死老鼠收集血清。

②本步骤的实验目的为"进一步评估疫苗效果", 且实验结论为"疫苗刺激机体产生的抗体可以实现长达 26 周的保护", 若抗体的保护时效有 26 周, 则已经产生免疫的实验组 1 和 2 小鼠血清中均含有抗体, 将实验收集的血清分别注射到三组转 hACE2 基因小鼠体内, 转基因小鼠可以在接触新冠病毒后将其清除, 即其肺内没有新冠病毒, 但注射对照组血清的转基因小鼠不能清除病毒, 故肺内有新冠病毒。

