

SRB-S-01 T-1 C-1

SRB-S-01 T-1 C
Janko Popovic

Theory Physics Q1

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

Theory



SRB-S-01 T-1 Q-1

Q1-1

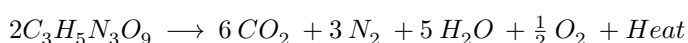
English (Official)

Bullet and Cannon (5 points)

Please read the general instructions in the separate envelope before you start this problem.

Part A. The Modern day bullet (2.5 points)

Nitroglycerin is one of the important ingredients in modern day bullets. The self-combustion of this material is written as



The amount of heat released is 666 kJ for 2 mole of nitroglycerine

11.35 g of this material is used in a cartridge of single bullet. The mass of the actual bullet is 100.0 g

A.1	Find the molar mass of nitroglycerine.	(0.5pt)
------------	--	---------

A.2	Find the number of moles of nitro-glycerine in one bullet cartridge.	(0.5pt)
------------	--	---------

A.3	Find the amount of energy released (numerical value in SI unit) during combustion of one bullet.	(0.5pt)
------------	--	---------

A.4	Assuming that the entire energy evolved during combustion is used to give kinetic energy to the bullet. Calculate the maximum possible muzzle speed (numerical value in SI unit) of this bullet.	(1.0pt)
------------	---	---------

Part B. Traditional Cannon (2.5 points)

A traditional Cannon barrel of inner diameter 15.0 cm and length 5.0 m was filled with gunpowder (nitrocellulose) to 20% of its length and topped with a cannon ball of same diameter as the barrel.

(Inner walls of the canon barrel are frictionless)

When it is fired, all of the nitrocellulose burns instantly and produces gas with pressure of 1000 standard atmosphere. When the ball exits the barrel the gas temperature drops to one third of the temperature (in K) at the time of ignition.(Assume ideal gas situation)

(Neglect opposing atmospheric pressure)

B.1 Write the formula to find the pressure (final pressure P_2 in terms of initial pressure P_1 , initial volume V_1 , initial temperature T_1 , final volume V_2 and final temperature T_2) when the cannon ball exits the barrel. (0.5pt)

B.2 Calculate the pressure (numerical value in SI unit) on the ball when it exits the barrel. (1.5pt)
(Express your answers in three significant figures i.e. two digits after decimal)

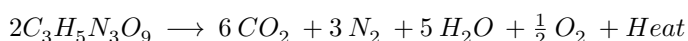
B.3 Calculate the force (numerical value in SI unit) on the ball when it exits the barrel. (0.5pt)
(Express your answers in three significant figures i.e. two digits after decimal)

Метак и топ (5 поена)

Прочитајте општа упутства на посебном листу пре решавања проблема.

Део А. Савремени метак (2.5 поена)

Нитроглицерин је важан састојак савремених метака. Самосагоревање овог материјала се може написати као



2 мола нитроглицерина ослобађају количину топлоте од 666 kJ.

11.35 g нитроглицерина се користи за појединачно пуњење чауре метка. Укупна маса метка је 100.0 g

A.1	Одредите моларну масу нитроглицерина	(0.5pt)
A.2	Одредите број молова нитроглицерина у једној чаури метка.	(0.5pt)
A.3	Одредите количину енергије која се ослободи у току сагоревања у једном метку. (бројна вредност у јединицама SI)	(0.5pt)
A.4	Претпоставите да сва енергија ослобођена сагоревањем прелази у кинетичку енергију овог метка. Одредите максималну могућу брзину врха метка (бројна вредност у јединицама SI)	(1.0pt)

Део В. Традиционални топ (2.5 points)

Цев традиционалног топа, унутрашњег пречника 15.0 cm и дужине 5.0 m напуњена је барутом (нитроцелулоза) до 20 % њене дужине и затворена топовском куглом истог пречника као цев.

(Занемарити трење са цеви)

Приликом испаливања, сва нитроцелулоза сагорева тренутно и производи гас чији је притисак 1000 стандардних атмосфера. Када кугла напушта цев температура гаса се смањи на трећину температуре у тренутку сагоревања (у Келвинима) коју је имала у тренутку испаливања. (Претпоставите да је гас идеалан)

(Занемарите супротстављање атмосферског притиска кретању).

B.1 Напишите формулу за одређивање притиска гаса када топовска кугла напушта цев. (Крајњи притисак P_2 у функцији почетног притиска P_1 , почетне запремине V_1 , почетне температуре T_1 , крајње запремине V_2 и крајње температуре T_2) (0.5pt)

B.2 Одредите притисак на куглу кад она излази из цеви. (бројна вредност у јединицама SI) (Ваш одговор напишите са три значајне цифре, односно, са две децимале) (1.5pt)

B.3 Израчунајте силу која делује на куглу када излази из цеви. (бројна вредност у јединицама SI) (Ваш одговор напишите са три значајне цифре, односно, са две децимале) (0.5pt)

Theory



SRB-S-01 T-1 A-1

A1-1

Serbian (Serbia)

Метак и топ (5 поена)

Упутство – немојте писати у десну колону

Део А. Савремени метак (2,5 поена)

A.1 (0.5 pt)

Моларна маса нитроглицерина:

Одговор:

A.2 (0.5 pt)

Број молова нитроглицерина у чаури једног метка:

Одговор :

Theory



SRB-S-01 T-1 A-2

A1-2

Serbian (Serbia)

A.3 (0.5 pt)

Количина ослобођене енергије при сагоревању у једном метку (бројна вредност у јединицама SI):

Одговор:

A.4 (1.0 pt)

Максимална могућа брзина врха метка (бројна вредност у јединицама SI):

Одговор :

Theory



SRB-S-01 T-1 A-3

A1-3

Serbian (Serbia)

Део Б. Традиционални топ (2,5 поена)

B.1 (0.5 pt)

Формула за одређивање притиска када топовска кугла напушта цев:

.

B.2 (1.5 pt)

Притисак на куглу кад она излази из цеви. (бројна вредност у јединицама SI):

Одговор:

Theory



SRB-S-01 T-1 A-4

A1-4

Serbian (Serbia)

B.3 (0.5 pt)

Сила која делује на куглу када излази из цеви. (бројна вредност у јединицама SI)

Одговор :

Theory



SRB-S-01 T-1 W-1

W1-1

do not write on the back of this page

Theory



أولمبياد العلوم الدولي للتاسعين الثامن عشر
18th International Junior Science Olympiad
دبي، الإمارات العربية المتحدة، UAE

SRB-S-01 T-1 W-2

W1-2

SRB-S-01 T-2 C-1

SRB-S-01 T-2 C
Janko Popovic

Theory Physics Q2

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

The Sand buggy and Abra (5 points)

Please read the general instructions in the separate envelope before you start this problem.

Part A. The sand buggy (3.0 points)

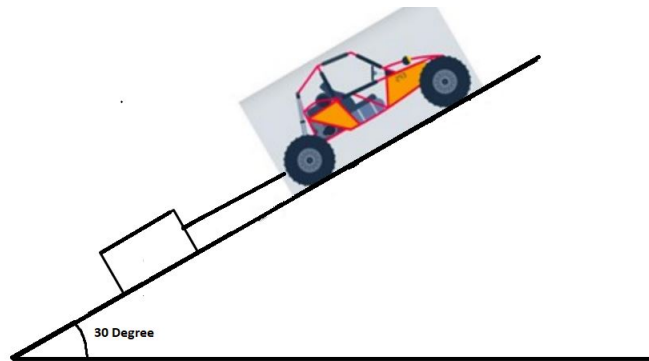
A sand buggy (shown in Figure 1) is a vehicle that is used for transportation in deserts. Consider a sand buggy travelling with a constant speed of 72.0 km/h climbing a sand dune which is shown as an inclined plane with an angle of inclination of 30° . The sand buggy is dragging a box of mass 200 kg upwards. The opposition to motion of the box offered by the sand is 0.15 of the normal force exerted on the box by the sand.



Figure 1 : Representative figure for sand buggy on a slope.

Theory

- A.1** Draw a VECTOR diagram showing all forces acting on the box in the figure (1.0pt)
below.



- A.2** Calculate the total force (numerical value with proper unit) that opposes the (0.5pt)
motion of the box up the incline.

- A.3** Calculate the minimum power (numerical value in SI unit) exerted by the sand (0.5pt)
buggy on the box to sustain the upward motion.

- A.4** If the box is suddenly detached in the course of upward motion, calculate the (0.5pt)
retardation acting on the box. (Numerical value in SI unit)

- A.5** How far will the box travel (numerical value in SI unit) before coming to rest (0.5pt)
after it detached from the sand buggy?

Part B. Abra boat ride (2.0 points)

Dubai city's traditional mode of transport to cross the creek is Abra boat ride (see Figure 2). Abra ride is one of the most economical modes of transport which connects the Old Dubai to New Dubai.



Figure 2 : Representative figure for Abra boat floating in water.

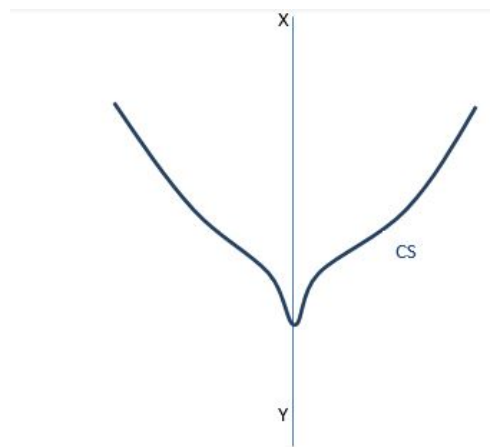
The boats are about 6 m in length and seating arrangement is made of two parallel lines of benches on either side of the vertical plane dividing the boat lengthwise. The center of mass of the boat lies on the vertical line passing exactly through the center of the benches. Passengers can seat on either side on the benches facing the creek.

When the passengers are seated, their centers of mass as a group can be considered to be at a height of 0.4 m above the deck. In case of a maximum payload the water level is 0.5 m below the deck, the buoyant force acts at a point 0.1 m below the water level and the center of mass of the boat lies 1.4 m below the deck. The mass of the unloaded boat is 1000 kg while the average mass of each passenger is 65 kg.

Assume that the point of action buoyant force does not change considerably.

Theory

- B.1** Draw a schematic sketch along the line XY, of the positions of center of mass of the boat, center of buoyancy of the boat, center of mass of the passengers, and the deck level with respect to the water line and label the distances (need not be on scale). CS – Represents the vertical cross section of the boat in the figure given below. (0.5pt)



- B.2** Calculate the maximum number of passengers can be seated such that the boat is prevented from capsizing. (1.5pt)

Баги возило и чамац Абра (5 поена)

Прочитајте опште упутство на посебном листу пре решавања овог проблема.

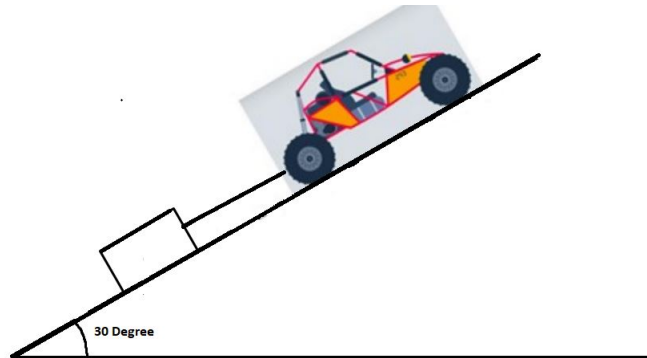
Део А. Баги возило (3.0 поена)

Баги (приказан на слици 1) је возило које се користи за превоз у пустињи. Посматрајте баги који се креће константном брзином од 72.0 km/h и који се пење уз пешчану дину нагибног угла од 30° . Баги возило вуче кутију масе 200.0 kg навише. Песак се супротставља кретању кутије силом, која је износи $0,15$ нормалне силе реакције којом песак делује на кутију.



Слика 1: Слика баги возила на падини.

- A.1** На слици испод нацртајте ВЕКТОРСКИ дијаграм који приказује све силе које делују на кутију. (1.0pt)



- A.2** Израчунајте укупну силу која се супротставља кретању кутије уз нагиб (напишите нумеричку вредност са одговарајућом SI јединицом). (0.5pt)

- A.3** Израчунајте минималну снагу коју треба да врши возило на кутију да би одржала њено кретање нагоре. (напишите нумеричку вредност и SI јединицу) (0.5pt)

- A.4** Ако се кутија изненада одвоји од возила при кретању навише, одредите њено успорење. (нумеричка вредност и јединица SI) (0.5pt)

- A.5** Колики ће пут кутија прећи до заустављања након одвајања од возила? (нумеричка вредност и SI јединица) (0.5pt)

Део В. Вожња Абра чамцем (2.0 поена)

Традиционални начин превоза у Дубаију за прелазак канала је помоћу чамца Абра (види слику 2). То је један од најјекономичнијих превоза који повезује Стари Дубаји са Новим Дубаијем.



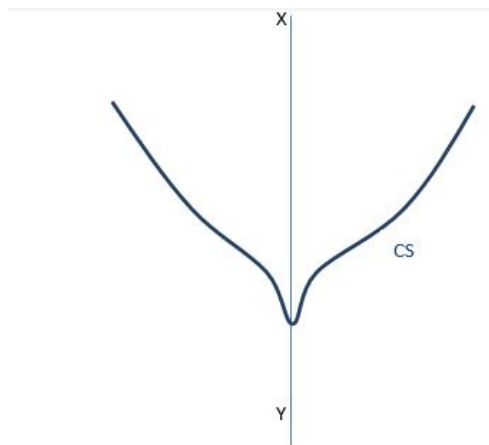
Слика 2 : Чамац Абра у води

Чамци су дужине око 6 m, и имају распоред седења у два паралелна низа клупа смештена са обе стране вертикалне равни која дели чамац уздуж. Центар масе чамца лежи на вертикалној линији која пролази тачно кроз центар између клупа. Путници могу да седе са обе стране на клупама окренути према каналу.

Када путници седе, може се сматрати да су њихови центри масе, као групе, на висини од 0,4 m изнад палубе. У случају максималног оптерећења, ниво воде је 0,5 m испод палубе, сила потиска делује у тачки која је 0,1 m испод нивоа воде, а центар масе чамца лежи 1,4 m испод палубе. Маса празног (искрцаног) чамца је 1000 kg, док је просечна маса сваког путника 65 kg.

Претпоставите да се нападна тачка силе потиска не мења значајно.

- B.1** Означите шематски дуж линије XY на цртежу положаје: центра масе чамца, (0.5pt)
нападне тачке силе потиска, центра масе путника и нивоа палубе у односу
на површину воде и означите удаљености између њих (не морају бити у
сразмери). CS – на доњој слици представља вертикални попречни пресек
чамца .



- B.2** Одредите максималан број путника који могу да седе у чамцу а да не дође (1.5pt)
до његовог превртања.

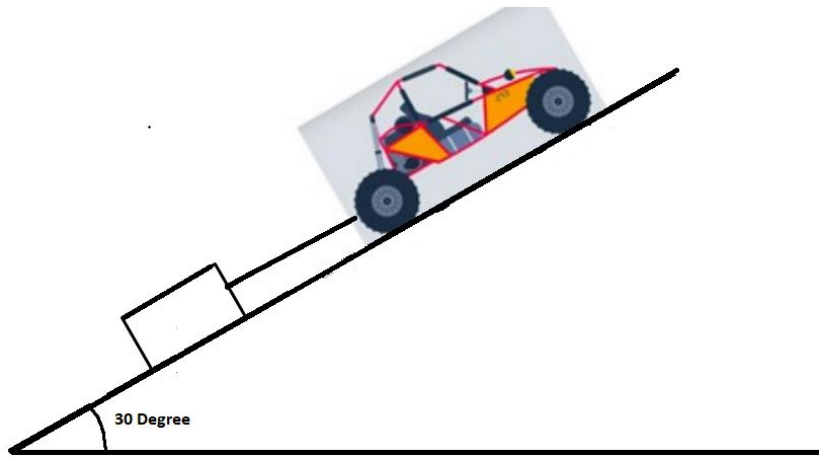
Баги возило и Абра чамац (5 поена)

Упутство – немојте писати у колону с десне стране

Део А. Баги возило (3,0 поена)

A.1 (1.0 pt)

На слици испод нацртајте ВЕКТОРСКИ дијаграм који приказује све силе које делују на кутију.



A.2 (0.5 pt)

Укупна сила (нумеричка вредност са одговарајућом SI јединицом) која се супротставља кретању кутије уз нагиб.

Одговор:

Theory



SRB-S-01 T-2 A-2

A2-2

Serbian (Serbia)

A.3 (0.5 pt)

Минимална снага коју врши возило на кутију да би одржала њено кретање нагоре. (нумеричка вредност и SI јединица)

Одговор:

A.4 (0.5 pt)

Током кретања навише, успорење износи (нумеричка вредност и СИ јединица).

Одговор:

Theory



SRB-S-01 T-2 A-3

A2-3

Serbian (Serbia)

A.5 (0.5 pt)

Пут који кутија прелази до заустављања након одвајања од возила. (нумеричка вредност и SI јединица)

Одговор:

Део Б. Вожња чамцем Абра (2,0 поена)

В.1 (0.5 pt)

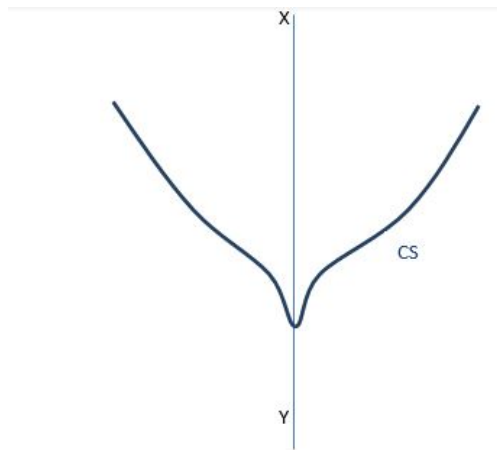
Шематска скица дуж линије XY, положаја

- (a) центра масе чамца,
- (b) нападне тачке силе потиска,
- (c) центра масе путника, и
- (d) нивоа палубе

у односу на ниво воде (означи ниво воде) и означити растојања.

CS – Представља вертикални попречни пресек чамца на слици испод

Напомена: Обавезно испред назива напишите словну ознаку (a, b, c, d).



В.2 (1.5 pt)

Израчунајте максималан број путника који могу да седе у чамцу, а да не дође до његовог превртања.

Одговор:

Theory



SRB-S-01 T-2 W-1

W2-1

do not write on the back of this page

Theory



SRB-S-01 T-2 W-2

W2-2

SRB-S-01 T-3 C-1

SRB-S-01 T-3 C
Janko Popovic

Theory Chemistry Q1

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

Please read the general instructions before you start this problem and also write the correct units for all the quantities wherever necessary.

Dates are tropical fruits that grow on date palms. The origin of dates goes back to 5320 BC. Dates are a source of rich nutrients like carbohydrates, proteins, fibre, minerals, enzymes, and vitamins and thus form an essential staple food item for the people of UAE and other Middle East and North African countries. Dates are widely used in Emirati dishes. Dates have a high natural sugar content.

Sucrose (Molecular formula $C_{12}H_{22}O_{11}$), a disaccharide undergoes hydrolysis in excess of water by first order kinetics in the presence of an acid catalyst and obeys the rate law to give a mixture of two isomeric monosaccharides, Glucose ($C_6H_{12}O_6$) and Fructose ($C_6H_{12}O_6$). Solutions of these optically active carbohydrates can rotate the plane of plane polarized light. Sucrose is dextrorotatory (clock wise rotation, +) whereas the mixture of Glucose and Fructose is laevorotatory (anticlockwise rotation, -). $\ln \frac{[C]_0}{[C]_t} = kt$

where, C_0 = initial concentration C_t is concentration at time t and k is rate constant

The rate of hydrolysis of Sucrose is determined by measuring the angle of rotation of the plane of plane polarized light at regular time intervals during the course of the reaction. The angles of rotation are determined using a polarimeter.

A certain minimum amount of energy is required for the reaction in order to convert the reactants into products. This threshold energy for the reaction is called the Energy of Activation. It is determined by measuring the rate of a reaction at different t temperatures.

Use Arrhenius equation: $\ln(k) = \ln A - E/RT$

Where,

k = rate constant A = constant (independent of temperature) E = Activation energy R = Gas constant T = Absolute temperature

Note that $\ln x = (2.303 \log x)$

A student added 20 cm^3 of 1 M HCl to 20 cm^3 of 20% Sucrose solution and transferred the mixture to a polarimeter tube of length 20 cm . He then recorded the angles of rotation at 303K and 311K as follows:

Temperature (K)	Time (s)	Angle of rotation ($^\circ$)
303	0	+12.5
303	600	-3.0
311	0	+12.5
311	600	-8.0

Use the rotation angle as a measure of concentration and consider that the relationship between the rotation angle and the concentration is linear

At the end of the hydrolysis, the angle of rotation was found to be -15.5° .

- 3.1** Use the above information to : (2.0pt)
1. Calculate the rate constants, k
 2. Determine the energy of activation of the hydrolysis in kJ/mol

UAE has huge reserves of oil and natural gas with most of the oil reserves located in Abu Dhabi. The Zakum oil field is the third largest oil field in the Middle East. UAE has one of the largest petroleum refining industries in the world. Naturally occurring petroleum is a complex mixture of hydrocarbons with different molecular weights. In the petroleum industry complex organic molecules of high molecular weight are broken down into lower molecular weight compounds which are in greater demand. A catalyst is used for this process which is called Catalytic Cracking. The rate of cracking of petroleum depends largely on the temperature of the catalyst used. Micro porous aluminosilicate minerals called Zeolites are commonly used to catalyse the cracking of petroleum, which occurs in the tiny pores of the mineral.

A catalyst increases the rate of a reaction by lowering its energy of activation. A zeolite catalyst lowered the energy of activation of the cracking of petroleum from 66 kJ/mol to 60 kJ/mol at 27°C .

- 3.2** By what factor did the catalyst increase the reaction rate at 27°C ? (1.0pt)

A green mineral A is analysed and found to be composed of 9.72 % by mass of carbon, 38.85% by mass of oxygen, and the remainder a transition metal that forms 2^+ ions. (A) is insoluble in water but dissolves with effervescence in dil HCl giving a bluish green solution. When H_2S gas is passed through this solution, a black precipitate (B) is obtained. (B) dissolves in dil HNO_3 giving a blue solution of C, yellow solid and a colourless gas. When aqueous NaOH is added to this solution (C) a blue precipitate (D) is obtained that dissolves in ammonia solution to give a dark blue coloured solution.

- 3.3** Identify (A), (B), (C) and (D). Write correctly balanced chemical equations that (A), (B), (C) and (D) involved in. (You do not have to write the equation of D with ammonia) (2.0pt)

Напомена: Прочитајте општа упутства која се налазе у одвојеној коверти пре него што почнете да решавате овај задатак. Такође, напишите тачне јединице за све величине које се одређују, на свим местима где је то потребно.

Урме су тропско воће које расте на урминим палмама. Њихово порекло датира од 5320. године пре Христа. Дателе представљају веома богат извор различитих хранљивих материја као што су угљенохидрати, протеини, влакна, минерали, ензими и витамини и тако представљају основну храну за становнике УАЕ, Блиског истока и северноафричких земаља. Широко их користе у Емиратима у припреми различитих јела. Урме имају природно висок садржај шећера.

Сахароза (молекулска формула $C_{12}H_{22}O_{11}$), која је дисахарид, у процесу хидролизе реагује са водом у вишку у присуству киселог катализатора и притом настаје смеша два изомерна моносахарида, глукоза ($C_6H_{12}O_6$) и фруктоза ($C_6H_{12}O_6$). Раствори ових оптичко-активних угљенохидрата могу да обрћу раван поларизоване светлости. Сахароза је десноротаторни шећер (обрће раван поларизоване светлости у смеру казаљке на часовнику, тј. у + смеру), док је смеша глукозе и фруктозе леворотаторна (обрће раван поларизоване светлости супротно од смера казаљке часовника, тј. у - смеру). Реакција хидролизе се повинује кинетичкој једначини првог реда.

$$l_n \frac{[C]_0}{[C]_t} = kt$$

где су:

C_0 - почетна концентрација, C_t концентрација супстанце у тренутку t и k константа брзине реакције.

Брзина процеса хидролизе сахарозе је одређена мерењем угла ротације равни поларизоване светлости у одређеним временским интервалима током реакције. Углови ротације се одређују помоћу полариметра.

Потребан је одређени минимум енергије како би дошло до преласка реактанта у продукте реакције. Овај енергетски праг за реакцију се назива енергија активације и одређује се мерењем брзине реакције на различитим температурама T .

Користећи Аренијусову једначину: $l_n k = l_n A - E/RT$

где су:

k = константа брзине реакције

A = константа (независна од температуре)

E = енергија активације

R = гасна константа

T = апсолутна температура

Обратите пажњу да је $l_n x = (2.303 \log x)$.

Ученик је додао 20 cm^3 раствора HCl концентрације 1 M у 20 cm^3 20% раствора сахарозе и пребадио смешу у кивету полариметра дужине оптичког пута 20 cm . Потом је забележио углове ротације на температурама 303 K и 311 K на следећи начин:

Температура (K)	Време (s)	Угао ротације (°)
303	0	+12.5
303	600	-3.0
311	0	+12.5
311	600	-8.0

Користите угао ротације као меру одређивања концентрације и сматрајте да је веза између угла ротације и концентрације линеарна.

На крају хидролизе утврђено је да је угао ротације -15.5° .

- 3.1** На основу горе наведених података, одредите: (2.0pt)
- Константу брзине реакције k
 - Енергију активације процеса хидролизе у мерној јединици kJ/mol .

УАЕ имају велике резерве нафте и природног гаса, а већина резерви нафте се налази у Абу Дабију. Нафтно поље Закум је треће највеће нафтно поље на Блиском истоку. УАЕ поседују једну од највећих индустрија прераде нафте на свету. Природна нафта је сложена мешавина угљоводоника различите молекулске масе. У нафтној индустрији сложени органски молекули велике молекулске масе се разлажу на једињења мање молекулске масе која су траженија. За овај процес се користи катализатор, а сам процес се назива каталитичко крековање. Брзина крековања нафте у великој мери зависи од температуре коришћеног катализатора. Микропорозни алуминосиликатни минерали, који се називају зеолити, се најчешће користе као катализатори у процесима крековања нафте, који се одвија у сићушним порима минерала.

Катализатор повећава брзину реакције тако што смањује енергију активације. Катализатор зеолита је смањио енергију активације крековања нафте од 66 kJ/mol до 60 kJ/mol на температури 27°C .

- 3.2** Колико пута катализатор повећава брзину реакције на 27°C ? (1.0pt)

Анализом зеленог минерала (А) установљено је да масени удео угљеника у његовом саставу износи 9.72% , а 38.85% је масени удео кисеника, док остатак чини прелазни метал који формира 2^+ јоне. (А) је нерастворљива у води, али се уз избацивање мехурића (шуштање) раствара у разблаженом раствору HCl при чему настаје зелено-плавкасти раствор. Када се гасовити H_2S пропушта кроз овај раствор настаје црни талог (В). (В) се раствара у разређеном HNO_3 и притом настају плави раствор (С), жута чврста супстанца и безбојни гас. Када се у раствор (С) дода водени раствор NaOH , настаје плави талог (D) који се раствара у раствору амонијака и притом настаје раствор тамно-плаве боје.

Theory



SRB-S-01 T-3 Q-3

Q3-3

Serbian (Serbia)

- 3.3** Одредите супстанце (A), (B), (C) и (D). Напишите једначине за поменуте процесе у којима учествују (A), (B) , (C) и (D) и изједначите хемијске реакције (није потребно да пишете реакцију D са амонијаком). (2.0pt)

Theory



SRB-S-01 T-3 A-1

A3-1

Serbian (Serbia)

3.1 (2.0 pt)
Решење

Theory



SRB-S-01 T-3 A-2

A3-2

Serbian (Serbia)

3.2 (1.0 pt)
Решење

Theory



أولمبياد العلوم الدولي للشباب الثامن عشر
18th International Junior Science Olympiad
Dubai, UAE - الإمارات العربية المتحدة

SRB-S-01 T-3 A-3

A3-3

Serbian (Serbia)

3.3 (2.0 pt)
Решење

Theory



SRB-S-01 T-3 W-1

W3-1

do not write on the back of this page

Theory



SRB-S-01 T-3 W-2

W3-2

SRB-S-01 T-4 C-1

SRB-S-01 T-4 C
Janko Popovic

Theory Chemistry Q2

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

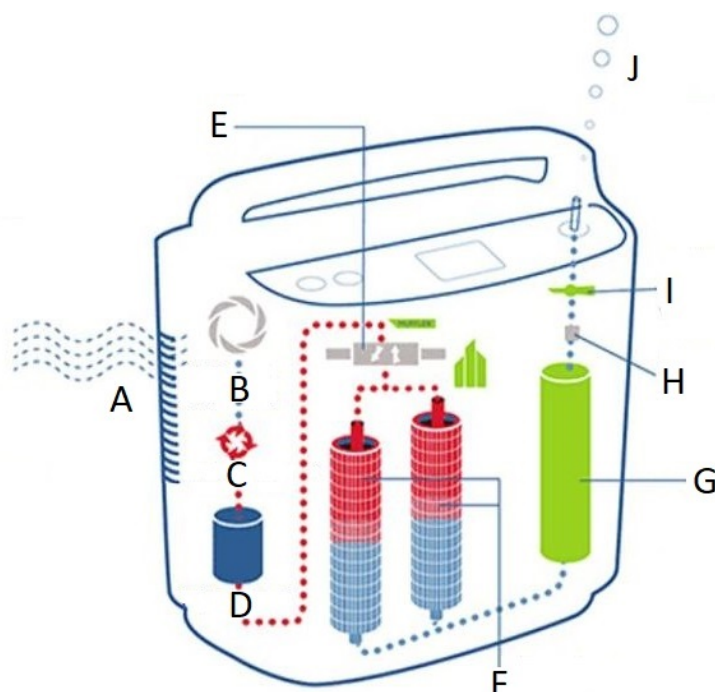
Please read the general instructions before you start this problem and also write the correct units for all the quantities wherever necessary. (In solving this question consider the molar volume of a gas at STP is 22.4 L/mol). In all the following question, assume that STP conditions apply, unless otherwise stated.)

The novel COVID-19 pandemic has brought unique challenges in various aspects of life. Coronaviruses belong to the family of viruses that causes severe acute respiratory syndrome (SARS), Middle East respiratory syndrome (MERS) and other related disorders.

Covid-19 is an airborne disease which transmits through by suspending infectious aerosols in air for considerable time.

United Arab Emirates (UAE) has taken unparalleled precautionary measures including deep sanitisation, mandatory vaccinations and other safety measure to curb it's spread..

Oxygen saturation in blood or SpO_2 is a measure of how much oxygen is carried by the blood as a percentage of its full capacity. Ideally oxygen level in the body should be 95 and above. However, in COVID-19, as the disease sometimes causes lung fibrosis and breathing problem, the oxygen level decreases. In such cases oxygen therapy is given. Oxygen concentrators are machines which are available with different capacities of oxygen. The machine separates the nitrogen and the oxygen by adsorption on zeolites. It takes oxygen from the atmosphere and supplies pure oxygen as its output.



A: air inlet; **B:** motor and compressor; **C:** heat exchanger; **D:** surge tank; **E:** four way solenoid;
F: molecular sieve beds; **G:** product tank; **H:** pressure regulator; **I:** flow meter adjusting valve;
J: pure oxygen outlet.

Theory



SRB-S-01 T-4 Q-2

Q4-2

English (Official)

- 4.1** If air contains 21% of oxygen by volume, what volume air should the machine suck per day in order to get an oxygen supply of 1L/min for 15 min each, 4 times a day? (0.5pt)

The other types of oxygen generators dissociate acidified water by use of electricity and give out oxygen.

- 4.2** To get 1L/min for 15 min 4 times a day, what volume of water (in mL) should be poured into the machine per day? (Assume complete electrolysis) (0.5pt)

A patient living at the seashore, requires a constant supply of pure oxygen through a nasal canula at the rate of 5 L/min. He has just got a new oxygen cylinder of capacity 340 L containing pure oxygen at pressure of 13700 k Pa. Assume that the temperature remains constant throughout and neglect the pressure of exhaled carbon dioxide.

- 4.3** After how many days will he need to replace his oxygen cylinder? (0.5pt)

The vaccine needs to be stored in dry ice. The dry ice, which is solid Carbon dioxide occupies 2840 L when it completely sublimates at 30° C and 1 atm.

- 4.4** If this dry ice is to be obtained from limestone having 80 % $CaCO_3$ content, what mass of limestone will be required? What is the total kinetic energy (in kJ) of these gaseous molecules? (Ignore the contribution from the vibrational and rotational energy of the molecule) Assume that the gas behaves ideally ($K.E. = \frac{3}{2}nRT$) (1.5pt)

- 4.5** What volume of oxygen (in L at 30°C and 1 atm) would be needed for complete combustion of 1 mole of glucose ($C_6H_{12}O_6$)? What is the mass of oxygen required? (1.0pt)

The time taken for a certain volume of oxygen to effuse through a small hole is 1 hour.

Theory

- 4.6** Calculate the time taken, in seconds, by the same volume of carbon dioxide and chlorine to effuse through the same hole separately in the absence of oxygen. (1.0pt)

$$\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \frac{\text{Rate of effusion of gas A}}{\text{Rate of effusion of gas B}}$$

M is the molar mass of the gas

Напомена: Прочитајте општа упутства која се налазе у одвојеној коверти пре него што почнете да решавате овај задатак. Такође, напишите тачне јединице за све величине које се одређују, на свим местима где је то потребно.

(Приликом решавања овог задатка сматрајте да је моларна запремина гаса при нормалним условима 22.4 L/mol). Код свих делова задатка сматрајте да се примењују нормални услови (притиска и температуре), осим у случају да је нешто друго наглашено.)

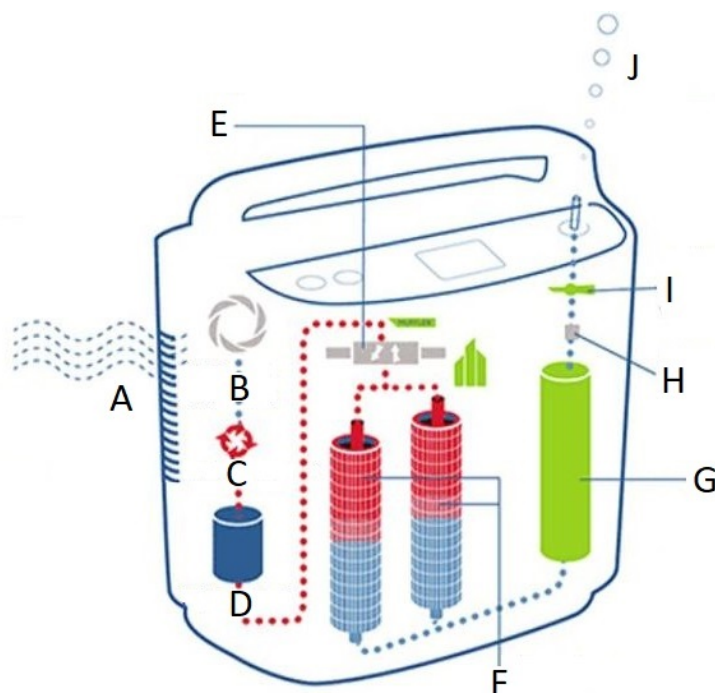
Пандемија COVID-19 је донела јединствене изазове у различитим аспектима живота. Корона вируси припадају фамилији вируса који проузрокују тешке акутне дисајне синдроме као што су (SARS), блискоисточни респираторни синдром (MERS) и друге поремећаје.

Covid-19 је болест која се преноси ваздушно-капљичним путем.

Уједињени Арапски Емирати (УАЕ) су преузели неупоредиве мере предострожности укључујући дезинфекцију, обавезну вакцинацију и друге безбедносне мере за сузбијање ширења заразе.

Засићеност (сатурација) крви кисеоником или SpO_2 , представља меру преноса кисеоника у крви, и изражава се у процентима у односу на њен пун капацитет преноса. У идеалном случају ниво кисеоника у телу треба да буде 95 и више. Међутим, у случају COVID-19, пошто болест изазива фиброзу плућа и дисајне проблеме, ниво кисеоника опада. У таквим случајевима потребна је терапија кисеоником. Генератори кисеоника су уређаји који одвајају азот и кисеоник принципом адсорпције на зеолитима. Користе кисеоник из атмосфере и дају чисти кисеоник на излазу.

Слика



Ознаке

A: прикључак за ваздух (улаз); **B:** мотор и компресор; **C:** измењивач топлоте; **D:** резервоар; **E:** четворосмерни вентил (соленоид); **F:** слојеви молекуларног сита; **G:** резервоар за производе; **H:** регулатор притиска; **I:** вентил за подешавање мерача протока; **J:** излаз чистог кисеоника.

- 4.1** Уколико ваздух у својој запремини садржи 21% кисеоника, колику запремину ваздуха треба дневно да усиса машина да би обезбедила снабдевање од 1L/min током 15 min, 4 пута на дан? (0.5pt)

Остали типови генератора кисеоника раздвајају (дисосују) закисељену воду коришћењем електрицитета и на излазу дају кисеоник.

- 4.2** Да би добили 1L/min током 15 min, 4 пута на дан, која запремина воде (у mL) треба да се сипа у машину дневно? (Претпоставити да је у питању потпуна електролиза.) (0.5pt)

Пацијенту који живи на обали мора, потребно је константно снабдевање чистим кисеоником кроз носну канилу (пластичне цевчице) брзином 5 L/min. Пацијент је добио нову боцу кисеоника капацитета 340 L која садржи чист кисеоник на притиску од 13700 kPa. Претпоставите да температура остаје константна све време и занемарите притисак издахнутог угљен-диоксида.

- 4.3** После колико дана ће бити потребно да му се замени боца кисеоника? (0.5pt)

Вакцине треба складиштити у сувом леду. Суви лед представља чврсти угљен-диоксид који заузима запремину од 2840 L када у потпуности сублимира (директно прелази из чврстог у гасовито стање) на 30° C и 1 atm.

- 4.4** Уколико се горе наведени суви лед добија из кречњака који садржи 80 % $CaCO_3$, која маса кречњака ће за то бити потребна? Колико износи укупна кинетичка енергија (у kJ) ових молекула гаса? (Занемарите допринос вибрационе и ротационе енергије молекула.) Претпоставите да је гас идеалан тј. кинетичка енергија је ($K.E. = \frac{3}{2}nRT$) (1.5pt)

- 4.5** Koja zapremina kiseonika (izračunata u L na 30°C i pritisku od 1 atm) (1.0pt) je potrebna za potpuno sagorevanje 1 mola glukoze ($C_6H_{12}O_6$)? Koja je masa kiseonika potrebna?

Време потребно да би се одређена запремина кисеоника излила кроз малу рупу је 1 сат.

- 4.6** Израчунајте потребно време, у секундама, за изливање исте запремине угљен-диоксида и хлора, одвојено кроз исту рупицу у одсуству кисеоника. (1.0pt)

$$\sqrt{\frac{M_B}{M_A}} = \frac{A}{B}$$

Theory



SRB-S-01 T-4 A-1

A4-1
Serbian (Serbia)

4.1 (0.5 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 A-2

A4-2

Serbian (Serbia)

4.2 (0.5 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 A-3

A4-3

Serbian (Serbia)

4.3 (0.5 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 A-4

A4-4
Serbian (Serbia)

4.4 (1.5 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 A-5

A4-5

Serbian (Serbia)

4.5 (1 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 A-6

A4-6

Serbian (Serbia)

4.6 (1 pt)

Theory



SRB-S-01 T-4 W-1

W4-1

do not write on the back of this page

Theory



أولمبياد العلوم الدولي للتاسعين الثامن عشر
18th International Junior Science Olympiad
دبي، الإمارات العربية المتحدة 2020

SRB-S-01 T-4 W-2

W4-2

SRB-S-01 T-5 C-1

SRB-S-01 T-5 C
Janko Popovic

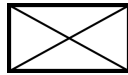
Theory Biology Q1

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

General Instructions :

1. Only the answers marked or written in the answer sheet will be evaluated.
2. Indicate your answer by marking the column with a cross (X) as follows



Please read the general instructions in the separate envelope before you start this problem.

Q.5. Date palm (6.75 points)

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) tree is a common sight in the Arabian Peninsula. Its fruits are eaten all over the world and are called dates.

Figure 5.1 represents a longitudinal section of the date fruit. Table 5.1 lists a set of tissues found in fruits.

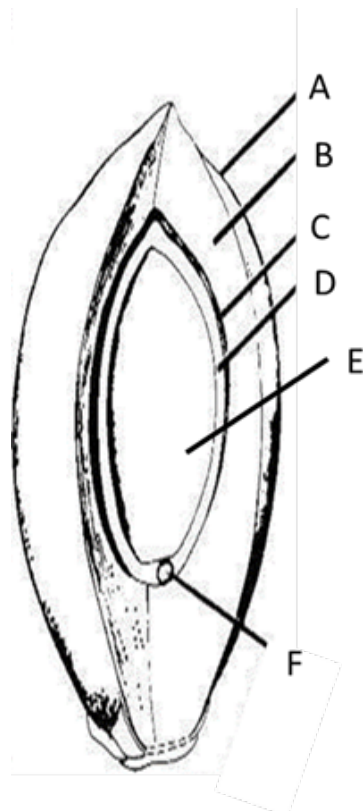


Figure 5.1. Longitudinal section of date fruit and seed.

Theory

No.	Tissue
1	Testa
2	Endocarp
3	Epicarp
4	Mesocarp
5	Embryo
6	Endosperm

Table 5.1

5.1. Match the tissues mentioned in Table 5.1 with the letters in Figure 5.1.

A.5.1 Mark a cross (X) in the appropriate column corresponding to each of the labels (A to E). As an example, the correct answer for label F has already been given in the table below. (0.5pt)

Label	Tissues					
	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						
F					X	

Theory

5.2. From the tissues (1-6) mentioned in Table 5.1, which tissues are derived without the contribution of the male gamete?

A.5.2 Mark a cross (X) in the appropriate column (Yes/No) corresponding to each (0.25pt) of the tissues.

Tissue	Yes	No
1		
2		
3		
4		
5		
6		

5.3. During ripening, the date fruits show changes in the starch and sugar content as shown in the plot below (Figure 5.2).

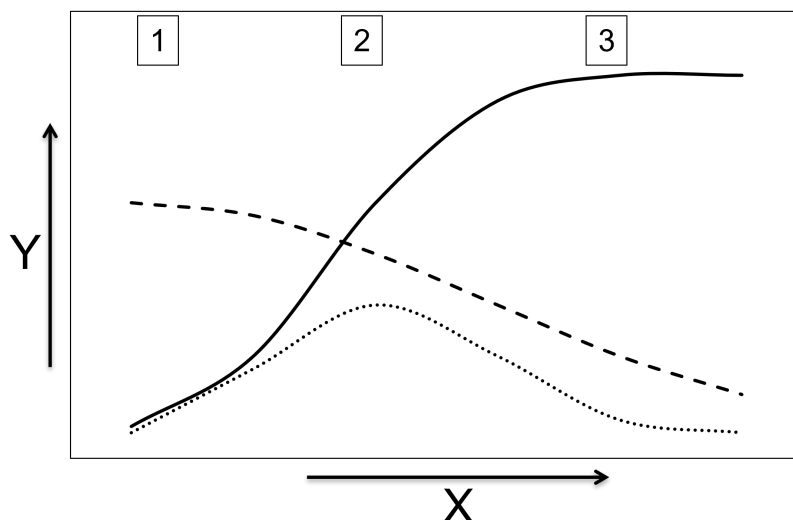


Figure 5.2

X	Days of fruit ripening
Y	% content
—————	Total sugars
- - - - -	Starch
.	Sucrose
1, 2, and 3	Stages of fruit ripening

Sucrose is synthesized in the leaves and transported to the fruit. In the fruit, sucrose is broken down into glucose and fructose by an enzyme A. Sugars are also formed by the breakdown of starch by enzyme B in the developing fruit. Total sugars include both mono- and di-saccharides.

The following statements were made:

Statement 1: The activity of enzyme B contributes to an increase in total sugars at stage 2.

Statement 2: The activity of enzyme A is higher at stage 1 than at stage 2.

Statement 3: The activity of both enzyme A and B is higher in the period between stage 2 and 3 than at stage 1.

Based on the analysis of the plot (Figure 5.2), are the above statements (1 to 3) correct?

A.5.3 Mark a cross (X) in the appropriate column (Yes/No) corresponding to each (1.0pt) of the statements.

Statement	Yes	No
1		
2		
3		

5.4. Invertase enzyme converts sucrose (disaccharide) to glucose and fructose (monosaccharides). One of the methods of estimating invertase activity is by measuring the level of glucose formed, using the glucose oxidase peroxidase method. In this method, the amount of glucose is estimated as the absorbance of the end product measured at 562 nm (A_{562}). A standard plot of A_{562} for different glucose concentrations as measured by the glucose oxidase peroxidase method is presented in Figure 5.3.

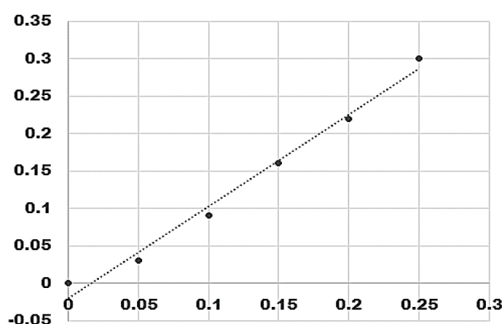


Figure 5.3. X-axis = Glucose concentration (mg/ml); Y-axis = A_{562}

Invertase activity is denoted in terms of enzyme units (U). One U invertase is defined as the amount of enzyme that will produce 1 μmol of glucose in 1 min at 30⁰C.

In an experiment, the following reaction was set up to measure invertase activity:

- i. 0.6 ml of buffer
- ii. 0.2 ml of 400 mM sucrose
- iii. 0.2 ml of invertase enzyme stock
 - The reaction mixture was incubated at 30⁰C for 30 min, after which the reaction was stopped, by increasing the temperature.
 - Glucose formed at the end of the reaction was estimated by glucose oxidase peroxidase method, and A_{562} was recorded.
 - A_{562} **was observed to be 0.1.**

Theory



SRB-S-01 T-5 Q-6

Q5-6

English (Official)

Based on the above information, answer the following questions:

Calculate the amount of sucrose in terms of μ moles that was present in the reaction mixture.

A.5.4.1 Amount of sucrose = (0.5pt)

Based on the observed absorbance, what was the concentration of glucose (mg/ml) formed at the end of the reaction?

A.5.4.2 Concentration (mg/ml) of Glucose = (0.25pt)

Calculate the amount of glucose in μ moles that was formed at the end of the reaction (M.W. of glucose = 180). Write your answer to 3 decimal points.

In case you are unable to answer 5.4.2, use 0.4 mg/ml as the concentration of glucose.

A.5.4.3 Amount of Glucose = (0.75pt)

Calculate the invertase activity as U/ml of the invertase enzyme stock. Write your answer to 3 decimal points.

In case you are unable to answer 5.4.3, use 0.973 μ mole as the amount of glucose.

A.5.4.4 Invertase activity = (1.5pt)

5.5. A researcher purified invertase from 1 kg of de-seeded date fruits. These fruits were homogenized in a suitable buffer and filtered using 4 layers of muslin cloth to obtain a crude extract. The crude extract was subsequently fractionated through a series of protein purification steps to enrich the invertase enzyme. Purification steps were designed to remove contaminating proteins with minimum loss of enzyme activity.

These steps involved (i) protein precipitation with $(NH_4)_2SO_4$, (ii) affinity column chromatography and (iii) anion exchange chromatography in a sequential manner. Invertase activity (U) and the protein content (mg) were measured at each step of purification. Also, (i) specific activity of enzyme and, (ii) % recovery were calculated at each step to assess the purification efficiency.

A step which removes the maximum amount of contaminating proteins with minimum loss in enzyme activity is considered as an efficient purification step.

- Specific activity of invertase is calculated as the enzyme activity per mg protein (U/mg).
- The % recovery can be represented as the percent of invertase activity (U) recovered after each step of purification in comparison to that of the crude extract.

Theory



SRB-S-01 T-5 Q-7

Q5-7

English (Official)

Table 5.2 records the invertase activity and total protein in crude extract (step 1) and that recovered after different steps (2 to 4) of purification.

Calculate the specific activity of invertase at steps 1 to 4 and the % recovery for steps 2 to 4. Record your answer (to 3 decimals) in Table 5.2:

A.5.5.1 (1.0pt)

Table 5.2					
Step Number	Purification step	Invertase activity (U)	Total protein (mg)	Specific activity of invertase	% recovery of invertase
1	Crude extract	13,773	13,746		
2	Ammonium sulphate precipitation	12,469	8,234		
3	Affinity chromatography	11,487	836		
4	Anion exchange chromatography	11,156	567		

Based on the information given in Table 5.2, answer the following questions:

A.5.5.2 Identify the step number (2 to 4) that led to the most efficient purification of invertase by **marking a cross (X) in the appropriate box.** (0.5pt)

Steps	2	3	4

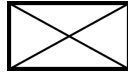
It is observed that there is a loss of an enzyme activity during different steps of purification.

A.5.5.3 Identify the step where there is maximum loss in the enzyme activity, by **marking a cross (X) in the appropriate box.** (0.5pt)

Steps	2	3	4

Општа упутства:

1. Оцењују се само одговори означени или уписани у листу за одговоре.
2. Наведите свој одговор тако што ћете у кућицу уписати крстић (X) на следећи начин

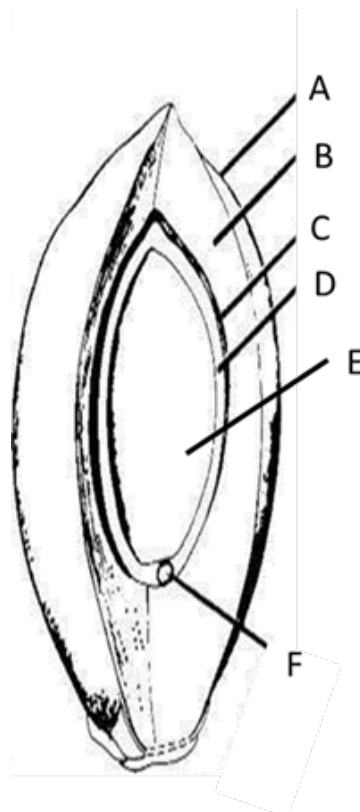


Прочитајте општа упутства на посебном листу пре решавања проблема.

Задатак 5. Урмина палма (6.75 поена)

Урмина палма (*Phoenix dactylifera* L.) је уобичајена на подручју Арапског полуострва. Њени плодови се једу широм света и зову се урме.

Слика 5.1 представља уздужни пресек плода урме. У Табели 5.1 су дата ткива пронађена у плоду.



Слика 5.1. Уздужни пресек плода и семена урме.

Бр.	Ткиво
1	Семењача (Testa)
2	Ендокарп
3	Епикарп
4	Мезокарп
5	Клица
6	Ендосперм

Табела 5.1

5.1. Повежите ткива поменута у табели 5.1 са словима на слици 5.1

A.5.1 Упишите крстић (X) у одговарајућу кућицу која одговара свакој од ознака (А до Е). Пример тачног одговора за ознаку F је већ уписан у доњој табели. (0.5pt)

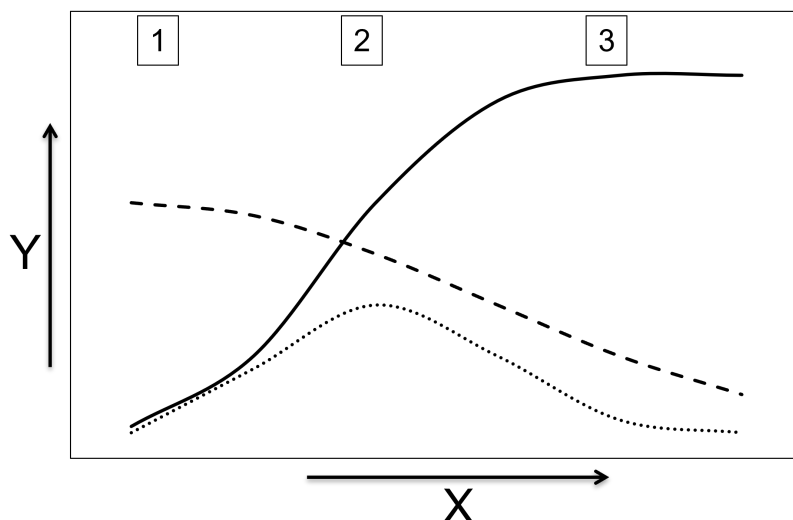
Ознака	Ткиво					
	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						
F					X	

5.2. Од ткива (1-6) наведених у табели 5.1, која ткива су изведена само од женског родитеља?

**A.5.2 Упишите крстић (X) у одговарајућој кућици (Да/Не) који одговара сва- (0.25pt)
КОМ ОД ТКИВА.**

Ткиво	Да	Не
1		
2		
3		
4		
5		
6		

5.3. Током сазревања, плодови урме показују промене у садржају скроба и шећера као што је приказано на графику испод (Слика 5.2).



Слика 5.2

X	Дани потребни за сазревање воћа
Y	% садржаја
————	Укупни шећери
- - - -	Скроб
.....	Сахароза
1, 2, and 3	Фазе сазревања воћа

Сахароза се синтетише у листовима и преноси до плода. У плоду се сахароза разлаже на глукозу и фруктозу помоћу ензима А. У плоду који се развија такође се формирају шећери разградњом скроба ензимом В. Укупни шећери укључују и моносахариде и дисахариде.

Дате су следеће тврдње:

Тврдња 1: Активност ензима В доприноси повећању укупних шећера у фази 2.

Тврдња 2: Активност ензима А је већа у фази 1 него у фази 2.

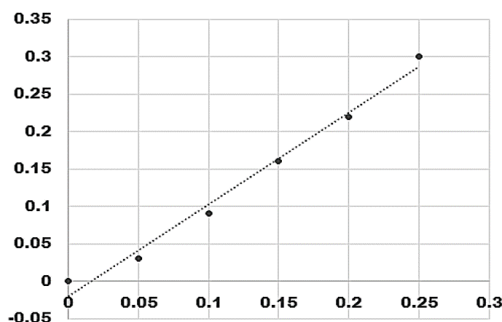
Тврдња 3: Активност ензима А и В је већа у периоду између 2. и 3. фазе него у фази 1.

На основу анализе дијаграма (слика 5.2), да ли су горе наведене тврдње (1 до 3) тачне?

A.5.3 Упишите крстић (X) у одговарајућој кућици (Да/Не) која одговара горе наведеним тврдњама (1.0pt)

Тврдња	Да	Не
1		
2		
3		

5.4. Ензим инвертаза хидролизује сахарозу (дисахарид) у глукозу и фруктозу (моносахариде). Једна од метода за процену нивоа активности инвертазе је мерење концентрације формиране глукозе глукоза-оксидазом методом. У овој методи концентрација глукозе се процењује на основу апсорбације крајњег производа реакције мерене на 562 nm (A_{562}). Калибрациона крива зависности различитих концентрација глукозе и апсорбације (A_{562}) добијене глукоза-оксидаза методом представљена је на слици 5.3.



Слика 5.3. X-оса = Концентрација глукозе (mg/ml); Y-оса = A_{562}

Активност инвертазе се изражава у ензимским јединицама (U). Један U инвертазе се дефинише као количина ензима који производи 1 μmol глукозе за 1 min на 30°C.

У експерименту, следећа реакција је постављена за мерење активности инвертазе:

i. 0.6 ml пуфера

ii. 0.2 ml 400 mM сахарозе

iii. 0.2 ml залихе ензима инвертазе

- Инкубација реакционе меша се одвијала на 30°C у трајању од 30 min, након чега је реакција прекинута повећањем температуре.
- Глукоза настала на крају реакције је процењена методом глукоза-оксидазом и забележен је A_{562} .

Theory



SRB-S-01 T-5 Q-6

Q5-6

Serbian (Serbia)

- Измерена вредност A_{562} је 0.1.

На основу горњих информација, одговорите на следећа питања:

Израчунајте у μmol количину сахарозе која је била присутна у реакционој смеси.

A.5.4.1 Количина сахарозе = (0.5pt)

На основу уочене апсорпције, колика је била концентрација глукозе (mg/ml) настала на крају реакције?

A.5.4.2
Концентрација (mg/ml) глукозе = (0.25pt)

Израчунајте количину глукозе у μmol која је настала на крају реакције ($M.W.$ глукозе = 180).
Напишите свој одговор са 3 децимале

У случају да не можете да одговорите на питање 5.4.2, користите за концентрацију глукозе вредност 0.4 mg/ml .

A.5.4.3
Количина глукозе = (0.75pt)

Израчунајте активност инвертазе у U/ml као резултат растварања ензима инвертазе. Напишите свој одговор са 3 децимале.

У случају да не можете да одговорите на питање 5.4.3, користите вредност $0.973 \mu\text{mole}$ за количину сахарозе.

A.5.4.4
Активност инвертазе = (1.5pt)

5.5. Истраживач је пречиштио инвертазу из 1 kg плодова урме без семена. Ови плодови су хомогенизовани у одговарајућем пуферу и филтрирани коришћењем 4 слоја муслинске тканине да би се добио сирови екстракт. Сирови екстракт је затим фракционисан кроз серију корака за пречишћавање протеина, да би се добио што концентрованији препарат ензима инвертазе. Пречишћавање протеина је имало за циљ уклањање баластних протеина уз минималан губитак активности ензима.

Ови кораци су укључивали (i) таложeње протеина са $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, (ii) хроматографију на колони и (iii) јоноизмењивачку хроматографију. Активност инвертазе (U) и садржај протеина (mg) мерени су у након сваког корака током пречишћавања. Такође, (i) специфична активност ензима и (ii) % ефикасности су рачунати након сваког корака током пречишћавања, како би се проценила ефикасност пречишћавања.

Корак који уклања максималну количину баластних протеина уз минимални губитак активности ензима сматра се ефикасним кораком пречишћавања.

- Специфична активност инвертазе се израчунава као активност ензима по mg протеина (U/mg).
- % ефикасности може бити представљен као проценат активности инвертазе (U) добијен након сваког корака пречишћавања у поређењу са активности сировог екстракта.

Table 5.2 садржи активност инвертазе и укупни протеин у сировом екстракту (корак 1) и који се обновио након различитих корака пречишћавања (2 до 4).

Израчунајте специфичну активност инвертазе у корацима 1 до 4 и % ефикасности за кораке од 2 до 4. Запишите свој одговор (са 3 децимале) у табели 5.2:

A.5.5.1						(1.0pt)
Табела 5.2						
Број корака	Корак пречишћавања	Активност инвертазе (U)	Укупно протеина (mg)	Специфична активност инвертазе	% ефикасности инвертазе	
1	Сирови екстракт	13,773	13,746			
2	Таложење амонијум сулфата	12,469	8,234			
3	Афинитетна хроматографија	11,487	836			
4	Јоноизмењивачка хроматографија	11,156	567			

На основу података датих у табели 5.2, одговорите на следећа питања:

A.5.5.2 Идентификујте број корака (2 до 4) који је довео до најефикаснијег пречишћавања инвертазе **уписивањем крстића (X) у одговарајућу кућицу.** (0.5pt)

Кораци	2	3	4

Примећено је да постоји губитак ензимске активности током различитих корака пречишћавања.

A.5.5.3 Пронађите корак у којем постоји максимални губитак ензимске активности (0.5pt)
сти, **уписивањем крстића (X) у одговарајућу кућицу.**

Кораци	2	3	4

Задатак 5. Урмина палма Лист за оговоре (6.75 поена)**A.5.1** (0.5 pt)

	Ткиво					
Ознака	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						
D						
E						

Theory

A.5.2 (0.25 pt)

Ткиво	Да	Не
1		
2		
3		
4		
5		
6		

A.5.3 (1.0 pt)

Тврдња	Да	Не
1		
2		
3		

Theory

A.5.4.1 (0.5 pt)
Количина сахарозе =

A.5.4.2 (0.25 pt)
Концентрација глукозе (mg/ml) =

A.5.4.3 (0.75 pt)
Количина глукозе =

A.5.4.4 (1.5 pt)
Активност инвертазе =

A.5.5.1 (1.0 pt)

Табела 5.2

Број корака	Корак пречишћавања	Активност инвертазе (U)	Укупно протеина (mg)	Специфична активност инвертазе	% ефикасности инвертазе
1	Сирови екстракт	13,773	13,746		
2	Таложење амонијум сулфата	12,469	8,234		

A.5.5.1 (cont.)

Број корака	Корак пречишћавања	Активност инвертазе (U)	Укупно протеина (mg)	Специфична активност инвертазе	% ефикасности инвертазе
3	Хроматографија на колони	11,487	836		
4	Јоноизмењивачка хроматографија	11,156	567		

A.5.5.2 (0.5 pt)

Кораџи	2	3	4

A.5.5.3 (0.5 pt)

Кораџи	2	3	4

Theory



SRB-S-01 T-5 W-1

W5-1

do not write on the back of this page

Theory



أولمبياد العلوم الدولي للتاسعين الثامن عشر
18th International Junior Science Olympiad
دبي، الإمارات العربية المتحدة 2020

SRB-S-01 T-5 W-2

W5-2

SRB-S-01 T-6 C-1

SRB-S-01 T-6 C
Janko Popovic

Theory Biology Q2

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

Q.6. Theory II – Bird populations (3.25 points)

A **population** is a group of individuals of the same species that live in the same area and interbreed, producing fertile offspring. The population's genetic makeup is characterized by describing its **gene pool**, which consists of all copies of every type of allele at every locus in all the members of the population. If only one allele exists for a particular gene in a population, that allele is said to be fixed in the gene pool. If there are two or more alleles for a particular gene in a population, individuals may be either homozygous or heterozygous.

The frequency of different alleles in a population is presented as the number of that allele present out of the total number of alleles for a given gene. For example, a population has 1000 copies of alleles for a given gene. If one of the alleles (X) of this gene has 100 copies the frequency of allele X is 0.1.

If a population is not evolving, the frequency of alleles will remain constant generation after generation. Such a population is said to be in equilibrium, as defined by Hardy and Weinberg; hence called Hardy-Weinberg equilibrium. The Hardy-Weinberg equilibrium can be described by the equation $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, where p and q are frequencies of two alleles of a gene.

Scientists studied a population of 10,000 birds in a forest area. This **parental population** has birds with red, pink, or white beaks. Mating between birds with red and white beaks leads to a progeny with birds with pink beaks. If birds with pink beaks are randomly mated, the progeny has birds with red, white and pink beaks in a ratio of 1: 1: 2. Beak color is governed by two alleles, B^R and B^W .

Which of the following can describe the relationship between the alleles B^R and B^W ? Mark the column Yes with a cross (X), if the description of the allelic relationship is correct and in column No if it is incorrect.

A.6.1

(0.25pt)

S.No.	Relationship	Yes	No
1.	Co-dominance		
2.	Incomplete dominance		
3.	Over dominance		
4.	Dominant-recessive		

6.2. A DNA-based test was carried out to identify the genotypes of all the 10,000 birds in the above population. The observation is summarised in Table 6.1:

Theory

Phenotype	Genotype	Number of birds
Red beak	$B^R B^R$	6400
Pink beak	$B^R B^W$	3200
White beak	$B^W B^W$	400

Table 6.1

What is the frequency of the alleles B^R and B^W ?

A.6.2 Frequency of B^R =

(0.5pt)

Frequency of B^W =

6.3. All the birds in the parental population were tagged. After 6 months, the scientists visited the population and observed that 5,000 new chicks were born (Generation I). Observation following analysis of generation I is summarised in Table 6.2:

Phenotype	Genotype	Number of birds
Red beak	$B^R B^R$	3200
Pink beak	$B^R B^W$	1600
White beak	$B^W B^W$	200

Table 6.2

Based on comparing the observations in Table 6.1 and 6.2, the following statements were made:

Statement 1: The frequency of B^R and B^W alleles is the same in generation 1 and the parental population.

Statement 2: Random mating occurred in the parental population.

Statement 3: The population is not evolving.

Are the above statements (1 to 3) correct?

A.6.3 Mark a cross (X) in the appropriate column (Yes/No) corresponding to each of the statements. (0.5pt)

Statement	Yes	No
1		
2		
3		

6.4. 1000 chicks of generation I were transferred to an island before they matured to reproduce (were able to produce gametes). Of the 1000 chicks, 336 birds had red beaks, 504 birds had pink beaks and 160 birds had white beaks. Further, after the birds were moved to the island, it was observed that birds with white beaks were infertile. Random mating in this population led to 100 newborn chicks.

Calculate the number of chicks expected to have either (i) red beaks or (ii) pink beaks.

A.6.4 6.4.1. Red beak =

(1.5pt)

6.4.2. Pink beak =

Which of the following conditions are essential for a population to be in Hardy-Weinberg equilibrium?

A.6.5 Mark a cross (X) in the column Yes, if it is essential or in column No if it is non-essential. (0.5pt)

S.No.	Condition	Yes	No
1.	Occurrence of mutations		
2.	No gene flow (Transfer of genetic material from one population to another)		
3.	Random mating		
4.	Natural selection		
5.	Small population size		

Задатак 6. Теорија II – Популација птица (3.25 поена)

Популација је група јединки исте врсте које живе на истом подручју и укрштају се, дајући плодно потомство. Генетичка структура популације се може окарактерисати описујући њен **генски фонд**, који се састоји од копија сваког типа алела на сваком локусу код свих чланова дате популације. Ако постоји само један алел за одређени ген у популацији, за тај алел се каже да је фиксиран у генском фонду. Ако постоје два или више алела за одређени ген у популацији, јединке могу бити или хомозиготне или хетерозиготне.

Учесталост различитих алела у популацији је представљена као број присутних алела од укупног броја алела за дати ген. На пример, популација има 1000 копија алела за дати ген. Ако један од алела (X) овог гена има 100 копија, фреквенција алела X је 0,1.

Ако се популација не развија, учесталост алела ће остати константна из генерације у генерацију. За такву популацију се каже да је у равнотежи, како су дефинисали Харди и Вајнберг; и зато се назива Харди-Вајнбергова равнотежа. Харди-Вајнбергова равнотежа се може описати једначином $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где су p и q су фреквенције гена који има два алела.

Научници су проучавали популацију од 10.000 птица у шумском подручју. Ова **родитељска популација** има птице са црвеним, ружичастим или белим кљуновима. Парење између птица са црвеним кљуном и белим кљуном доводи до потомства са ружичастим кљуном. Ако се птице са ружичастим кљуном насумично паре, потомци су птице са црвеним, белим и ружичастим кљуном у односу 1:1:2. Боја кљуна је одређена са два алела B^R и B^W .

Шта од наведеног може да опише однос између алела B^R и B^W ? Означите колону Да уписивањем крстића (X), ако је опис везе између алела тачан и у колону Не ако је нетачан.

A.6.1

(0.25pt)

Број корака	Веза	Да	Не
1.	Кодоминација		
2.	Непотпуна доминација		
3.	Прекомерна доминација		
4.	Доминантно-рецесиван		

6.2. Да би се идентификовали генотипови свих 10.000 птица у горњој популацији спроведен је ДНК тест. Запажања су обједињена у табели 6.1:

Фенотип	Генотип	Број птица
Црвени кљун	$B^R B^R$	6400
Ружичасти кљун	$B^R B^W$	3200
Бели кљун	$B^W B^W$	400

Табела 6.1

Колика је фреквенција алела B^R и B^W ?

A.6.2 Фреквенција B^R =

(0.5pt)

Фреквенција B^W =

6.3. Све птице у родитељској популацији су обележене. После 6 месеци, научници су посетили популацију и приметили да је рођено 5.000 нових пилића (I генерација). Запажања након анализе I генерације су обједињена у табели 6.2 :

Фенотип	Генотип	Број птица
Црвени кљун	$B^R B^R$	3200
Ружичасти кљун	$B^R B^W$	1600
Бели кљун	$B^W B^W$	200

Табела 6.2

На основу поређења запажања у табели 6.1 и 6.2, дате су следеће тврдње:

Тврдња 1: Фреквенција алела B^R и B^W је иста у 1 генерацији и у родитељској популацији.

Тврдња 2: Десило се насумично парење у родитељској популацији.

Тврдња 3: Популација се не развија.

Да ли су горње тврдње (1 до 3) тачне?

A.6.3 Упишите крстић (X) у одговарајућу кућицу (Да/Не) који одговара свакој од тврдњи. (0.5pt)

Тврдња	Да	Не
1		
2		
3		

6.4. 1000 пилића из I генерације пребачено је на острво пре него што су сазрели да се размножавају (били у стању да произведу гамете). Од 1000 пилића, 336 птица имало је црвене кљунове, 504 птица је имало ружичасте кљунове, а 160 птица је имало беле кљунове. Након што су птице премештене на острво, примећено је да су птице са белим кљуновима неплодне. Насумичним парењем у овој популацији је резултирало са 100 новорођених пилића.

Израчунајте број пилића за који се очекује да ће имати (i) црвене кљунове или (ii) ружичасте кљунове.

A.6.4 6.4.1. Црвени кљун =

(1.5pt)

6.4.2. Ружичасти кљун =

Који од следећих услова су неопходни да би популација била у Харди-Вајнберговој равнотежи?

A.6.5 Упишите крстић (X) у кућицу Да ако је битно или у кућицу Не ако је небитно. (0.5pt)

Број корака	Услов	Да	Не
1.	Појава мутација		
2.	Нема преноса гена (Пренос генетског материјала са једне популације на другу)		
3.	Насумично парење		
4.	Природна селекција		
5.	Мала величина популације		

Задатак 6. Популација птица Лист за одговоре (3.25 поена)

A.6.1 (0.25 pt)

Број корака	Однос	Да	Не
1.	Кодоминација		
2.	Непотпуна доминација		
3.	Прекомерна доминација		
4.	Доминантно-рецесиван		

A.6.2 (0.5 pt)

6.2.1. Фреквенција $B^R =$

6.2.2. Фреквенција $B^W =$

Theory

A.6.3 (0.5 pt)

Тврдња	Да	Не
1		
2		
3		

A.6.4 (1.5 pt)

6.4.1. Црвени кљун =

6.4.2. Ружичасти кљун =

A.6.5 (0.5 pt)

Број корака	Стање	Да	Не
1.	Појава мутација		
2.	Нема преноса гена		
3.	Насумично парење		
4.	Природна селекција		
5.	Мала величина популације		

Theory



SRB-S-01 T-6 W-1

W6-1

do not write on the back of this page

Theory



SRB-S-01 T-6 W-2

W6-2