

Астробиология элементтері

Роза М. Рос, Беатрис Гарсия, Александре Кошта,
Флориан Зайц, Ана Вильяэскуса, Маделейн
Рохас, Хуан Анхель Вакеризо, Рикардо Морено

*Халықаралық астрономиялық одақ, Каталония
техникалық университеті, Испания, ITeDA және Ұлттық
технологиялық университеті, Аргентина, Фару орта
мектебі, Португалия, Гейдельберг астрономия үйі,
Германия, Diverciencia, Альхесирас, Испания, SENACYT,
Панама, Астробиология орталығы (CAB, CSIC-INTA),
Испания, Ретамар мектебі, Испания.*



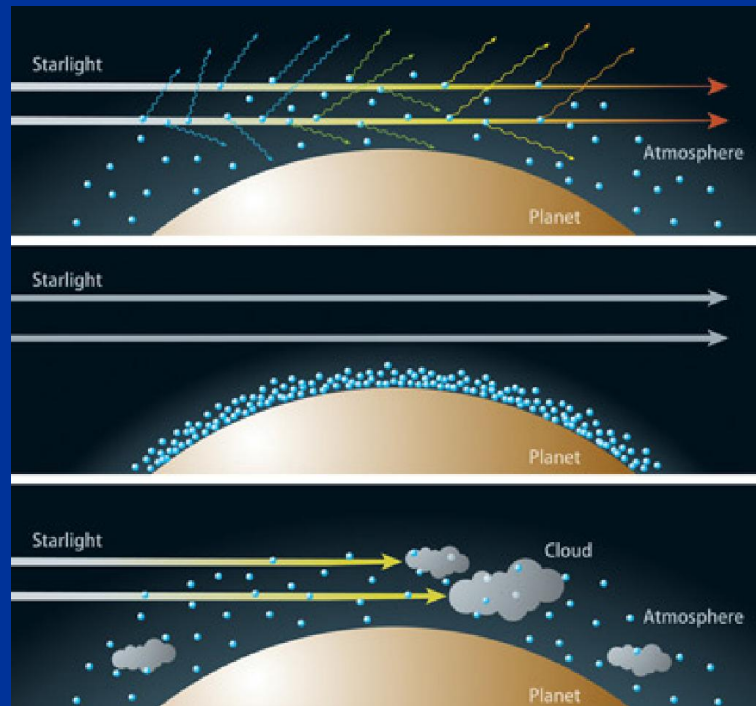
Міндеттер:

- Периодтық кестедегі әртүрлі элементтердің қайдан пайда болатынын түсіну.
- Тіршіліктің дамуына қажетті тіршілікке қолайлы жағдайларды түсіну.
- Жерден тыс өмір сүрудің негізгі қағидаларын меңгеру.



Планеталық жүйелердің түзілуі

Жұлдыздың түзілуі кезінде оған жақын орналасқан материал қалдықтарынан планеталық жүйе де қалыптасады. Спектроскопия әдісі жұлдыздың құрамын анықтау үшін қолданылады, сондай-ақ бұл әдіс экзопланеталардың атмосферасын зерттеуге де мүмкіндік береді.



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі

Топ екіге бөлінеді:

Қыздар – газ, Ұлдар – шаң

(Мысалы: егер бір топта екіншісіне қарағанда қатысушылар саны едәуір көп болса, газды бейнелейтін топ үлкенірек болуы **ұсынылады**, өйткені қалыптасып жатқан планеталық жүйеде газдың массасы шаңның массасынан **100 есе артық** болады).

Қатысушылар **әңгіме барысында тыңдағандарын қимыл арқылы бейнелейді**, мысалы:



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі

Ертегінің мәтіні:

Қатысушылардың әрекеті:

Баяғыда бір бұлт болыпты — оның құрамында көп мөлшерде газ және аздаған шаң болыпты.

Барлығы бұлт ішінде араласқан. Газды бейнелейтін қатысушылар көп. Бұлт ішінде барлық қатысушылар кездейсоқ түрде қол ұстасып, тор тәрізді құрылым жасайды.

Содан кейін газ бұлттың ортасына қарай жинала бастайды, ал шаң — айналасына орналасады.

Қатысушылар біртіндеп бөлінеді: газды бейнелейтіндер орталыққа жиналады, ал шаңды бейнелейтіндер сол орталықты айнала қоршап, қол ұстасады.



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі

Ертегінің мәтіні:

Қатысушылардың әрекеті:

Бұлтта көп қимыл болды, газ бөлшектері газды өзіне тартты, ал шаң бөлшектері шаңды тартты.

Қатысушылар айнала бастайды, қозғалады, соқтығысады, дірілдейді, секіреді. Кейбіреулері қатты қозғалыстың әсерінен шеңберден сыртқа "атылып шығады", ал басқалары оларды "құтқарып", ұстап алып, құшақтап алады (газ — газбен, шаң — шаңмен әрекеттеседі).

Орталықта тығыз, күңгірт ядро қалыптасады, оны шаң мен газдан тұратын диск қоршап тұрады.

Орталықтағы газды бейнелейтін қатысушылар жиналып, ал оларды шаңды бейнелейтін қатысушылар шеңбер тәрізді айнала қоршап, қол ұстасады. Түсіндіріңіз, газдың бәрі бір жерде емес — шеңбер



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі

Ертегінің мәтіні:

Орталықта түзілген бұл ядро кейіннен Күнге немесе экзожүйедегі ата-аналық жұлдызға айналады.

Кішкентай планеталар — бір-біріне қосылып, барған сайын үлкейген шаң бөлшектерінен, кейін жартастардан, осылайша жер тектес планеталарға айналады.

Қатысушылардың әрекеті:

Күн немесе жұлдыз жарық шығара бастайды, және оның сәулелері барлық бағытқа таралады. Күн немесе ата-жұлдыз жарық шығара бастаған сәтте шеңберден тыс қалған “бос” газдар алыстай бастайды.

Жер тектес планеталарды құрайтын шаңды бейнелейтін қатысушылар бірге біріге бастайды.

Түсіндіру: Барлық шаң бөлшектері жер тектес планеталарда қалмайды — алыстағы аймақтарда шашыраңқы шаң бөлшекте болуы керек.



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі

Ертегінің мәтіні:

**Алып планеталар
Күннің немесе
орталық жұлдыздың
жылуынан алыс
жерде қалыптасты,
онда газ кедергісіз
жинала алды.**

Қатысушылардың әрекеті:

Қалғандары — яғни алып планеталар — біріге бастайды: көп мөлшерде газ және аздаған шаң.

Түсіндіру: Күннен немесе аналық жұлдыздан қашықтық артқан сайын температураның төмендеуі ішкі жартасты планеталар мен сыртқы алып планеталар арасындағы негізгі айырмашылықтың себебі болды.



1-тапсырма: Планеталық жүйенің газ бен шаңнан түзілуі



2-тапсырма: Эмиссиялық спектр

Спектроскопия бізге экзопланеталардың және олардың атмосферасының химиялық құрамына қатысты белгілі бір ақпарат алуға мүмкіндік береді.

Біз спектрді қарапайым лампаның жарығы арқылы DVD дискісінің көмегімен бақылай аламыз — бұл кезде оның ішіндегі газдардың спектрлік сызықтары көрінеді.



Жұлдыздардың дамуының химиялық аспектілері

	Elements which were produced in the first minutes after the Big Bang
	Elements which were forged in the interior of stars
	Elements appearing in supernova explosions
	Man-made elements in the laboratory

1 H																2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 Lr	103 Jl



3-тапсырма: Периодтық кестені жіктеу

Әрбір ұяшыққа (көк, сары және қызыл) тиісті затты орналастырыңыз.

Сақина: Алтын (Au)	Бұрғы ұшының жабыны: Титан Ti	Баланың шарындағы газ: Гелий He	Қазан тазартқыш: Никель Ni
Мобильді/түйме батарея: Литий Li	Автокөліктің ұшқын шамы: Платина Pt	Электр мыс сымы: Мыс Cu	Йод ерітіндісі: Йод I
Бөтелкедегі су H ₂ O: Сутек H	Ескі қуыру табасы: Алюминий Al	Қара қарындаштың өзегі: Графит C	Ауыл шаруашылығына арналған күкірт: Күкірт S
Газды сусын құтысы: Алюминий Al	Қол сағат Титан Ti	Медаль: Күміс Ag	Құбыр: Қорғасын Pb
Мырыштан жасалған қарындаш ұштағыш: Мырыш Zn	Тот басқан шеге: Темір Fe	Термометр: Галлий Ga	Сіріңке қорабы: Фосфор P

Үлкен жарылыстан кейінгі алғашқы минуттарда түзілген
элементтер (көк түс)

Жұлдыздардың ішінде пайда болған элементтер (сары түс)

Алып жұлдыздың жойқын жарылысы кезінде пайда болатын
элементтер (қызыл түс)



3-тапсырма: Периодтық кестені жіктеу

Сақина: Алтын (Au)	Бұрғы ұшының жабыны: Титан Ti	Баланың шарындағы газ: Гелий He	Қазан тазартқыш: Никель Ni
Мобильді/түйме батарея: Литий Li	Автокөліктің ұшқын шамы: Платина Pt	Электр мыс сымы: Мыс Cu	Йод ерітіндісі: Йод I
Бөтелкедегі су H ₂ O: Сутек H	Ескі қуыру табасы: Алюминий Al	Қара қарындаштың өзегі: Графит C	Ауыл шаруашылығына арналған күкірт: Күкірт S
Газды сусын құтысы: Алюминий Al	Қол сағат Титан Ti	Медаль: Күміс Ag	Құбыр: Қорғасын Pb
Мырыштан жасалған	Тот басқан шеге:	Термометр: Галлий Ga	Сіріңке қорабы: Фосфор P



Үлкен жарылыстан кейінгі (көк түс)
Жұлдыздардың ішінде (сары түс)
Алып жұлдыздың жойқын
жарылысы кезінде (қызыл түс)



4-тапсырма: Жұлдыздардың ұрпақтары

Адам ағзасының құрамы:

Көп мөлшерде кездесетін элементтер: оттек, көміртек, сутек, азот, кальций, фосфор, калий, күкірт, темір, натрий, хлор және магний.

Өте аз мөлшерде кездесетін:
фтор, мырыш, мыс, кремний,
ванадий, марганец, йод,
никель, молибден, хром және
кобальт

Маңызды (қажетті) элементтер:
литий, кадмий, мышьяк және қалайы.

Барлық мол кездесетін элементтер (сутектен басқа) жұлдыздардың ішінде түзілген.

Біз – жұлдыздардың ұрпағымыз!!!

Elements which were produced in the first minutes after the Big Bang

Elements which were forged in the interior of stars

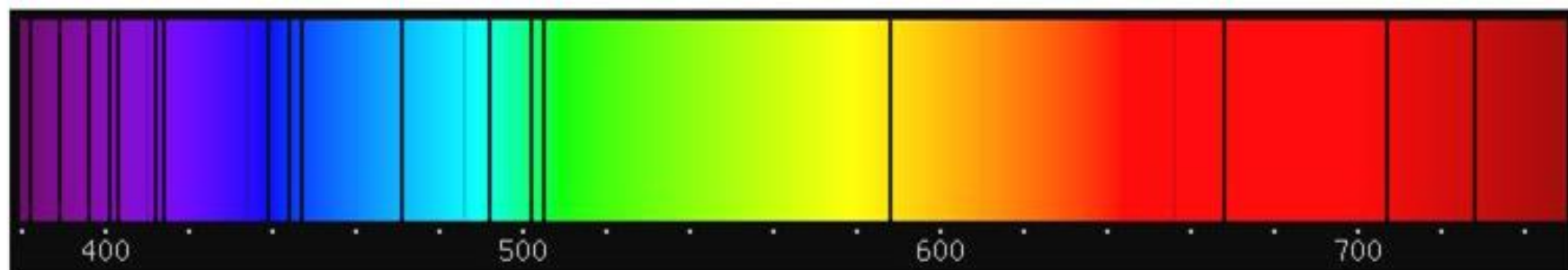
Elements appearing in supernova explosions

Man-made elements in the laboratory



Күн – бірінші буындағы жұлдыз емес.

Бірінші буындағы жұлдыздар тез өмір сүріп, жас кезінде жойылып кетті және біздің заманымызға дейін жетпеді. Олардың спектрінде тек **сутек**, **гелий**, мүмкін болса — **литийдің** ғана сызықтары байқалады.

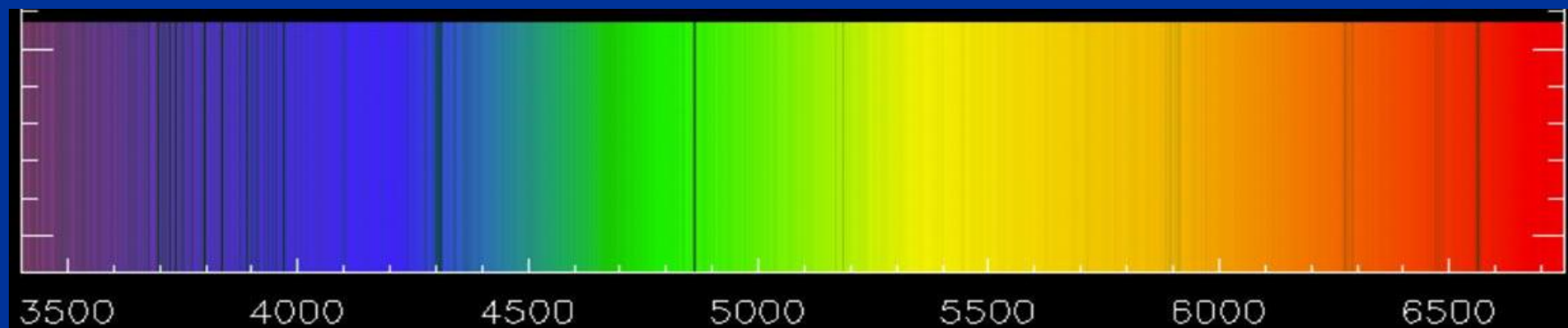


Бірінші буындағы жұлдыздың спектрі *(суретішінің көзқарасы бойынша).*



Күн — бірінші буындағы жұлдыз емес.

Құрамында күрделі элементтері бар жұлдыздар —
бастапқы бұлттары сверхнова жарылысының
қалдықтарынан пайда болғанын білдіреді.



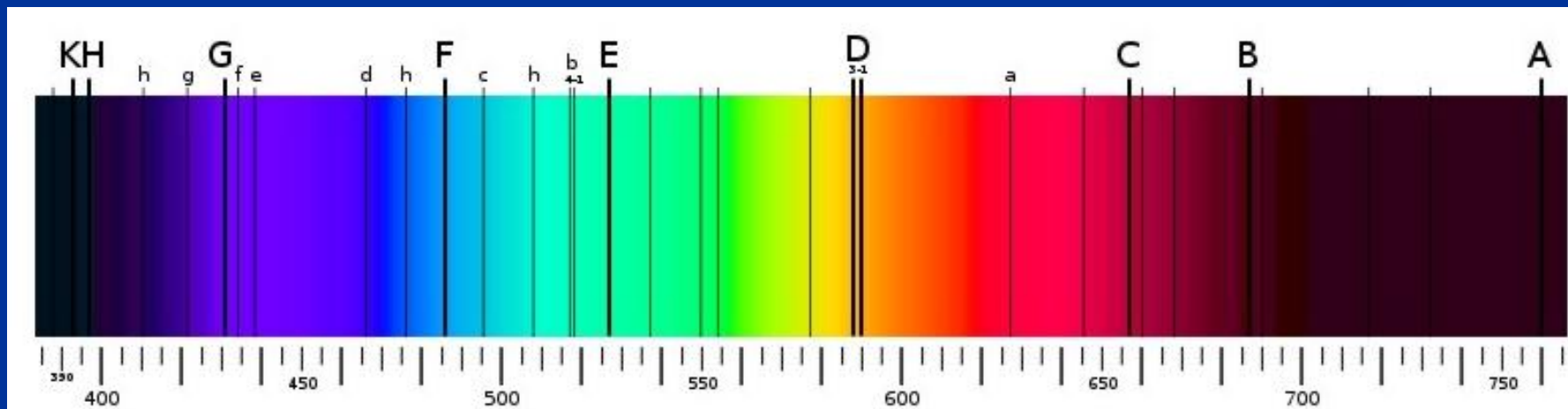
Екінші буындағы жұлдыздың спектрі.

SMSS J031300.36-670839.3 – спектрінде сутек пен көміртек сызықтары бар.



Күн — бірінші буындағы жұлдыз емес.

Күн жүйесінде сверхнова жарылысынан кейін пайда болатын көптеген элементтер анықталған. Сондықтан Күн, үлкен ықтималдықпен, кем дегенде екі сверхнова жарылысының қалдықтарынан құралған бастапқы бұлттан пайда болған. Яғни, ол үшінші буындағы жұлдыз болып саналады.



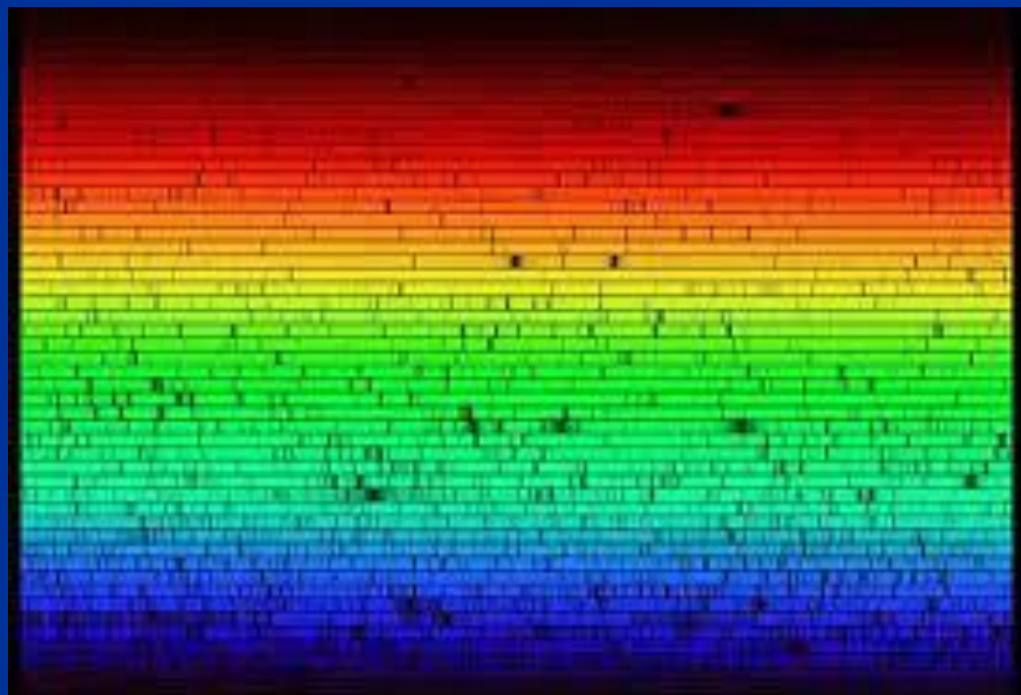
Күннің спектрі. Түрлі спектрлік сызықтармен.



5-тапсырма: Күннің Фраунгофер сызықтары

Күннің спектрі – үздіксіз, бірақ оның бойында Фраунгофер сызықтары деп аталатын қараңғы сызықтар байқалады. Бұл сызықтар Күн атмосферасындағы химиялық элементтерге сәйкес келеді.

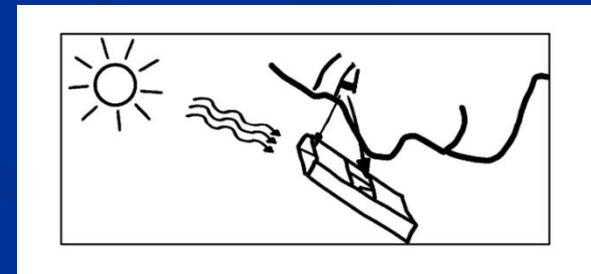
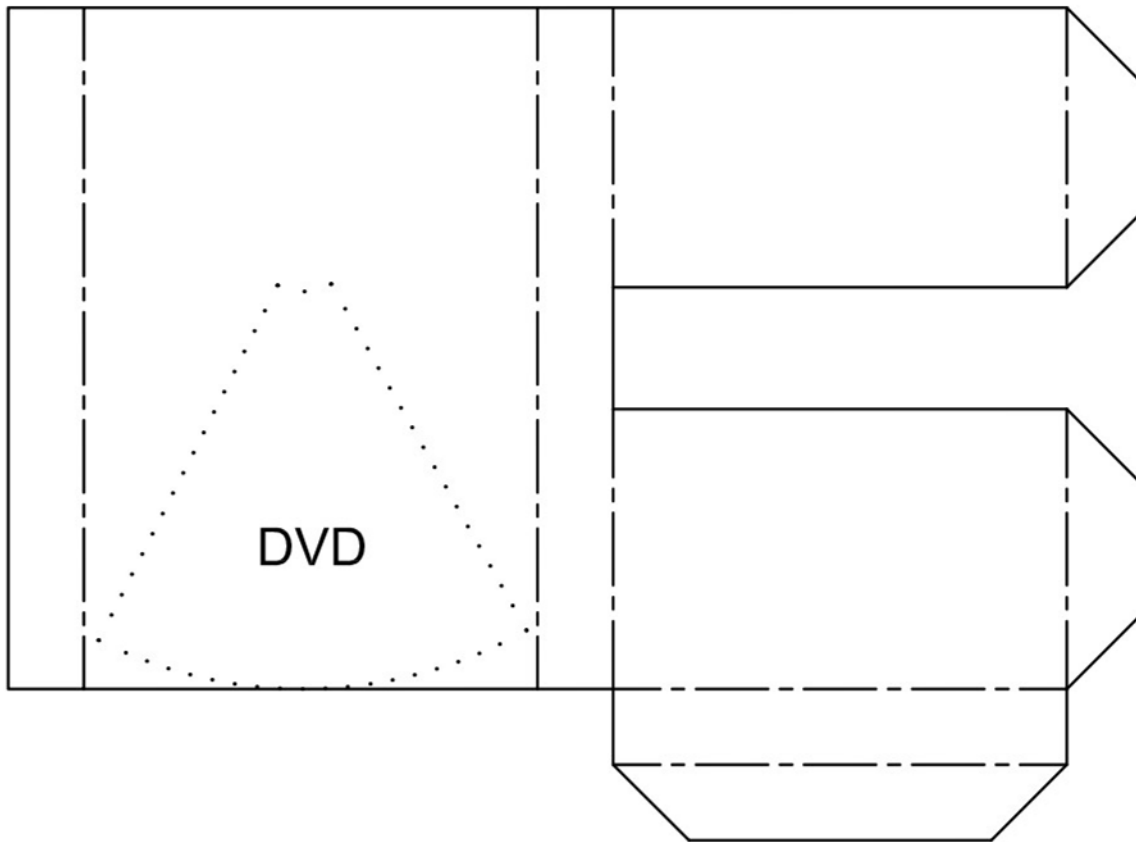
Фраунгофер сызықтарын күн сәулесінің DVD дискідегі шағылысынан жалаңаш көзбен де көруге болады. Күн спектрінде: Темірдің (Fe) көптеген сызықтары, Магнийдің (Mg) үштік сызығы (жасыл түсте), Натрийдің (Na) қос сызығы (сары түсте) жақсы байқалады.



(Дереккөз: NOAO)

5-тапсырма: Күннің Фраунгофер сызықтары

Үлгіні қиып алыңыз, DVD-нің 1/8 бөлігін жабыстырыңыз және пунктир сызықтар бойымен бүктеп, ішіне DVD орнатып қорапты құрастырыңыз.

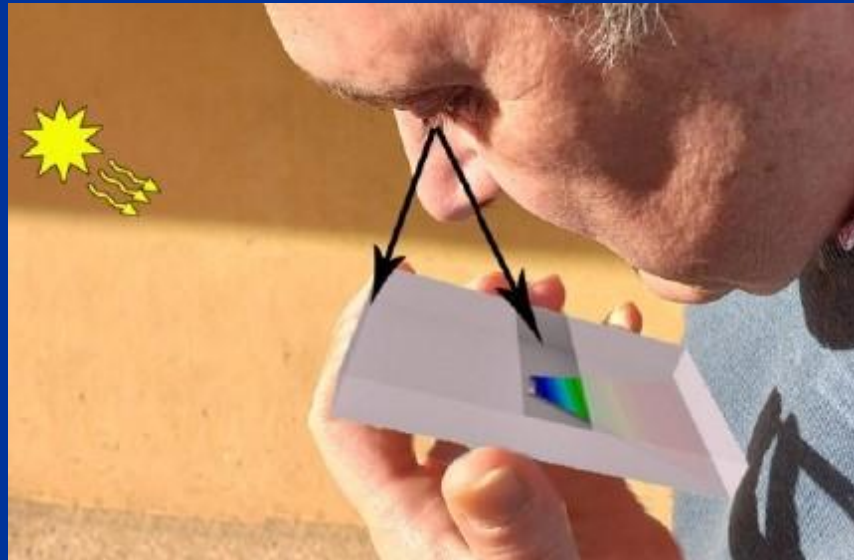


5-тапсырма: Күннің Фраунгофер сызықтары

Күн ашық күнде далаға шығып, бетіңізбен Күнге қарап тұрыңыз.

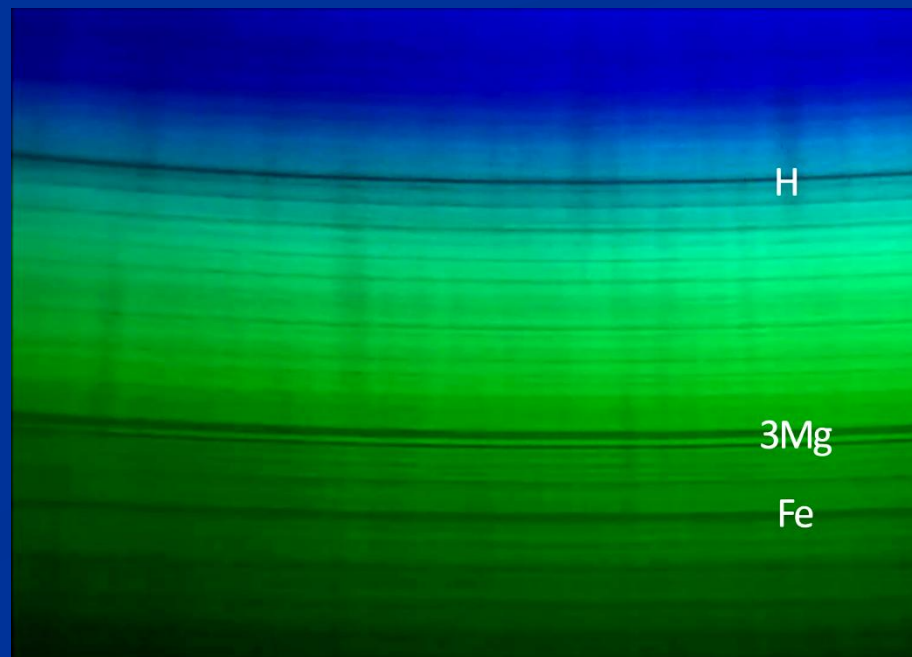
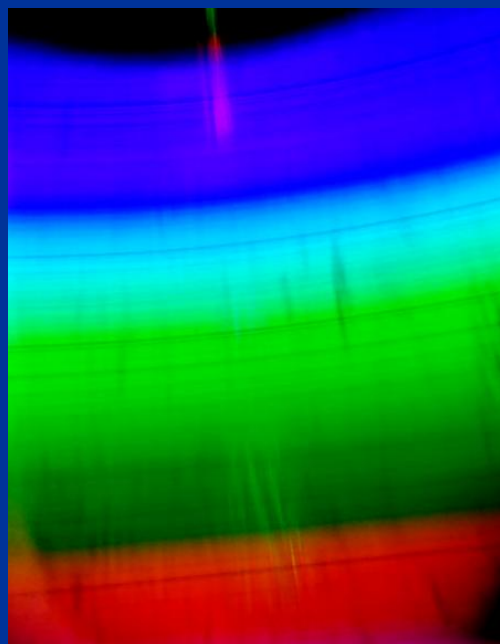
Қорапты бетіңізге қарай, үстіңгі жиегі көз деңгейінде болатындай етіп ұстаңыз (фотодағыдай).

Қораптың ішіндегі DVD-ге қарап, Күннің ашық, көп түсті сәулелік шағылысын көргенше баяу қозғалыңыз.

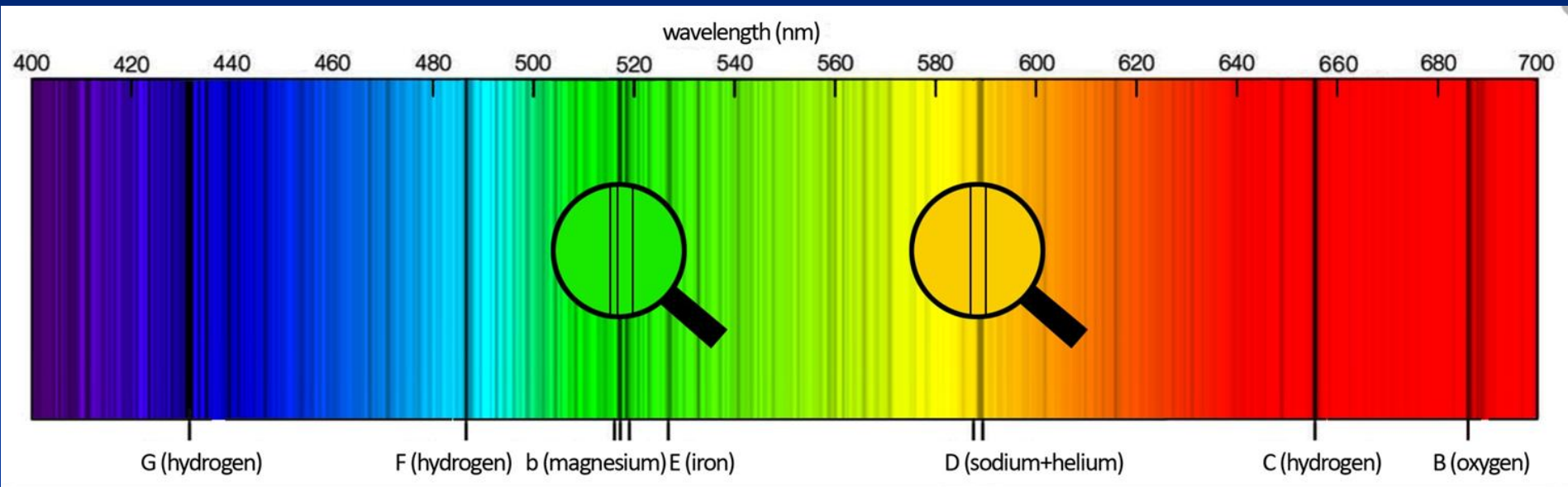


5-тапсырма: Күннің Фраунгофер сызықтары

Бетіңізді қорапқа жақындатыңыз, әрдайым DVD-дегі шағылысқан бейнеге қарап тұрыңыз — бұл бейне енінен үлкейе түседі. Көзіңіз терезеге (тесігіне) жақындаған кезде, түрлі-түсті аймақта жіңішке, анық қара сызықтар пайда болады. Бұл — Күннің құрамындағы химиялық элементтерге тән спектрлік сызықтар.



5-тапсырма: Күннің Фраунгофер сызықтары



Көптеген спектрлік сызықтар көрінеді, олардың кейбіреулері әлсіз, ал кейбіреулері өте айқын. Көк бөлігінде ең айқын сызық сутекке (H) тән. Жасыл аймақта бір-біріне өте жақын орналасқан үш жіңішке сызық жақсы байқалады — бұл магнийдің (Mg) үштік сызығы. Сонымен қатар, одан бөлек тұрған темірдің (Fe) сызығы да көрінеді. Сары бөлігінде қос сызық анық байқалады — бұл гелий (He) мен натрийдің (Na) сызықтары. Қызыл бөлігінде — тағы да сутекке (H) тән күшті сызық бар.

Тіршілікке қолайлы аймақ

Тіршілікке қолайлы аймақ — бұл жұлдыздың айналасындағы кеңістік, онда **жер тәрізді (тас жынысты) планетаның** бетіне түсетін сәулелену мөлшері **судың сұйық күйде болуына** мүмкіндік береді.

(Көміртекке негізделген тіршілік формалары үшін судың сұйық күйі — басты шарт ретінде қарастырылады.)

Бұл аймақ, әдетте, массасы **0.5-тен 10 Жер массасына дейінгі** денелерде, сондай-ақ **атмосфералық қысымы кемінде 6.1 мбар** болатын жағдайда пайда болады — бұл судың үш фазада (мұз, сұйық, бу) бір мезетте бола алатын **үштік нүктесіне** сәйкес келеді (температурасы **273.16 K**).

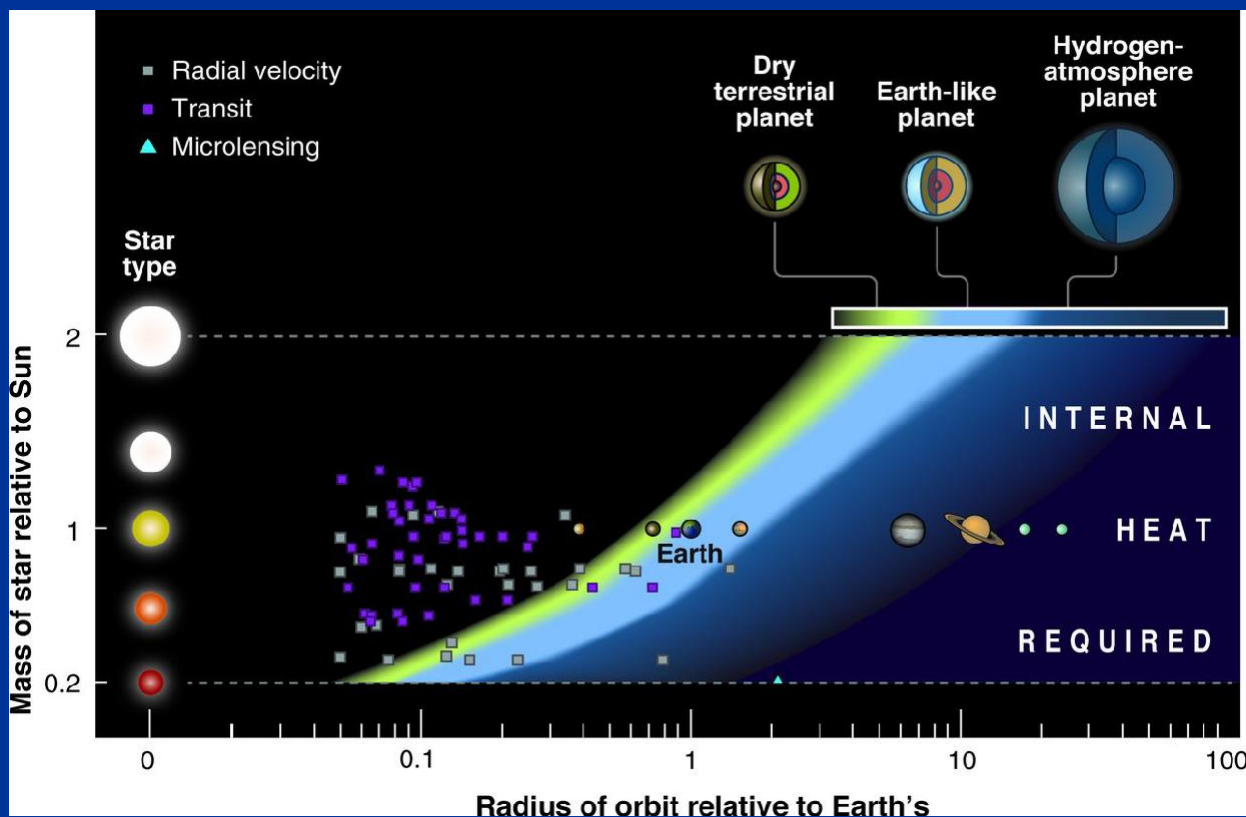


Тіршілікке Ұлайлы аймақ

Тіршілікке Ұлайлы аймақ жұлдыздың массасына байланысты.

Егер жұлдыздың массасы үлкен болса, онда оның температурасы мен жарықтылығы да артады. Соған байланысты тіршілікке Ұлайлы аймақ жұлдыздан алысырақ орналасады.

Керісінше, жұлдыздың массасы аз болған сайын, ол аз жарық шашады, сондықтан тіршілікке Ұлайлы аймақ жұлдызға жақынырақ болады.

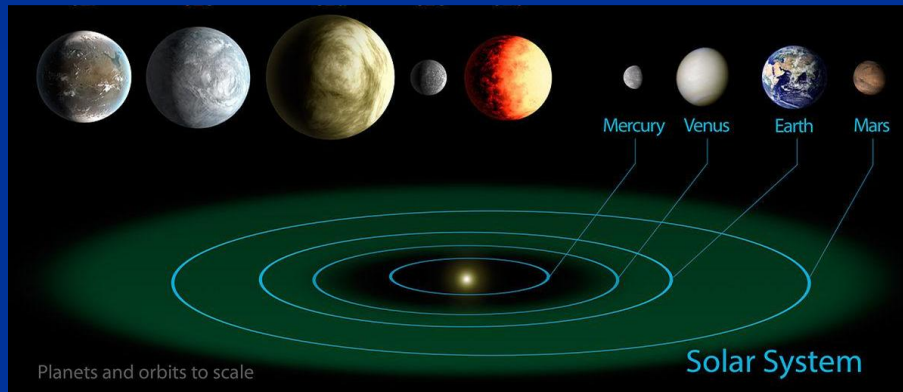


Тіршілікке қолайлылықтың басқа шарттары

Планетаның тіршілікке қолайлы аймақта орбиталық қашықтықта орналасуы — тіршіліктің мүмкіндігі үшін қажетті, бірақ жеткіліксіз шарт.

Мысал ретінде: Шолпан (Венера) мен Марс.

Екеуі де тіршілікке қолайлы аймаққа жақын орналасқанымен, қазіргі таңда олардың ешқайсысы өмірге қолайлы емес.



Негізгі себептердің бірі — планетаның массасы мен тартылыс күші.

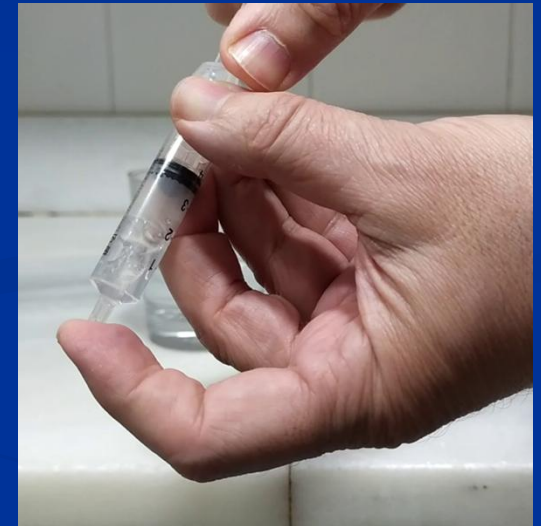
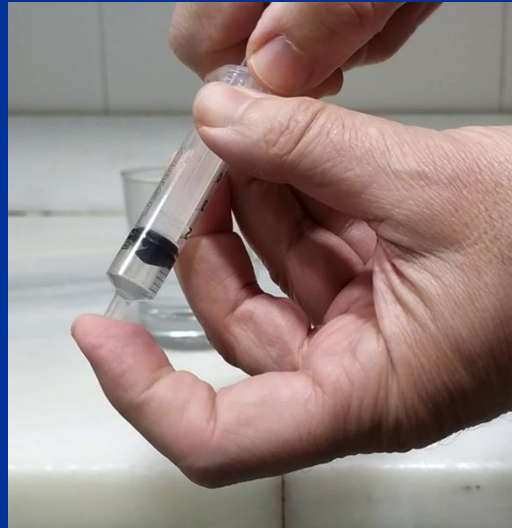
Планетаның массасы жеткілікті үлкен болуы керек, сонда ғана оның тартылыс күші **атмосфераны ұстап тұра алады.**

Марстың массасы Жерден әлдеқайда аз, сондықтан ол **атмосферасының көп бөлігін** жоғалтып алды және **бетіндегі барлық судан айырылды.** Ғалымдардың пайымдауынша, Марс алғашқы **миллиард жылында** суды сақтап тұрған, алайда кейін атмосфераны ұстап тұра алмағандықтан тіршілікке қолайсыз ортаға айналды.

6-тапсырма: Марста сұйық су бар ма?

Марстағы атмосфералық қысым әлсіз (Жердегі қысымның 0,7%-ы ғана). Осындай төмен қысымға қарамастан, планетаның полюстерінде су бұлттары түзіледі. Бірақ неге Марс бетінде сұйық су жоқ?

Шприцтің ішіне
қайнауға жақын
ыстық су құямыз.



Егер біз поршеньді тартсақ, ішкі қысым төмендейді де, су қайнай бастайды, буға айналып, біртіндеп жоғалады. Марстық қысымды модельдеу үшін бізге өте ұзын шприц керек болар еді және поршеньді 9 метрге дейін тарту қажет.

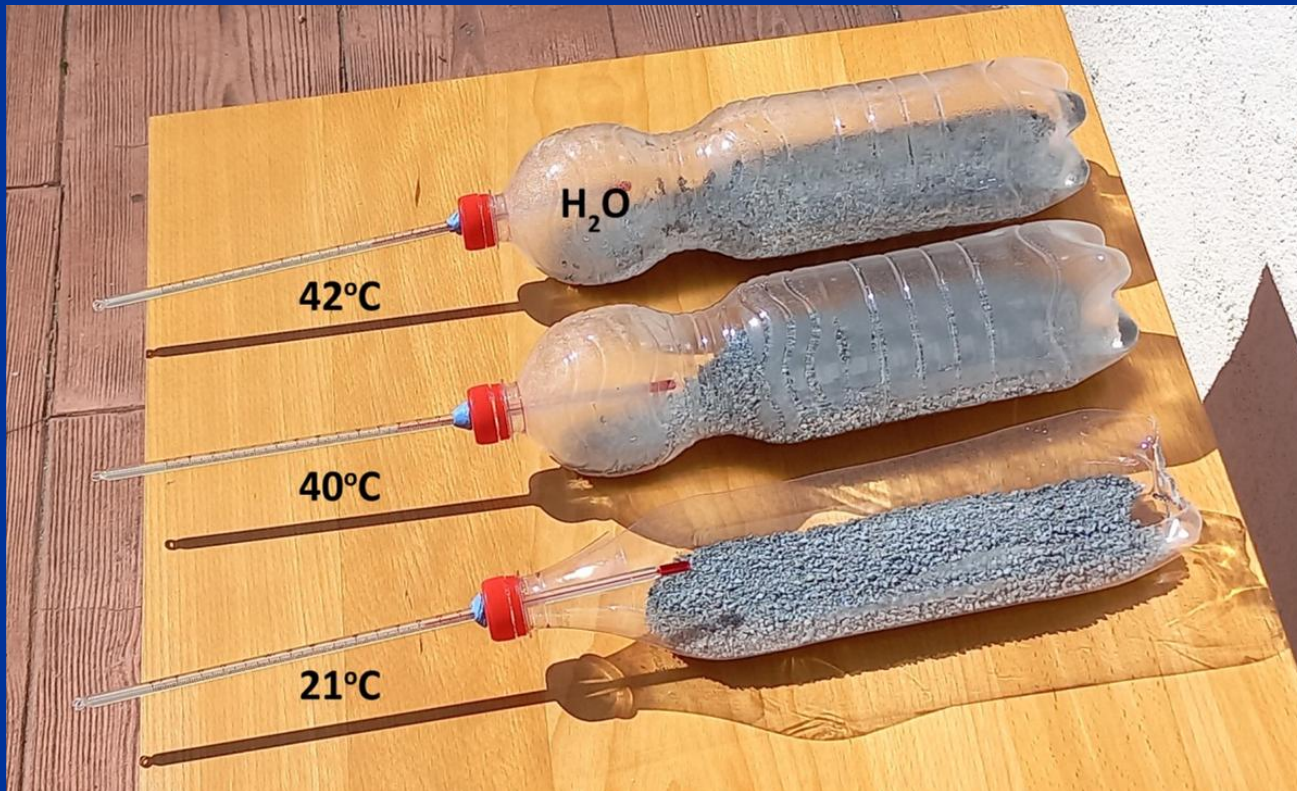
7-тапсырма: Жылыжай әсері

Біз екі бос пластик бөтелкенің ішіне қара топырақ саламыз және үшінші бөтелкені бойлай қақ жарып кесеміз. Әр бөтелкенің қақпағына термометр орнатамыз. Қақ жарылған бөтелке бұлтсыз планетаны модельдейді, тұтас бөтелке бұлттары бар планетаны, ал соңғы бөтелкеге бірнеше тамшы су тамызып, су буы бар атмосфераны имитациялаймыз.



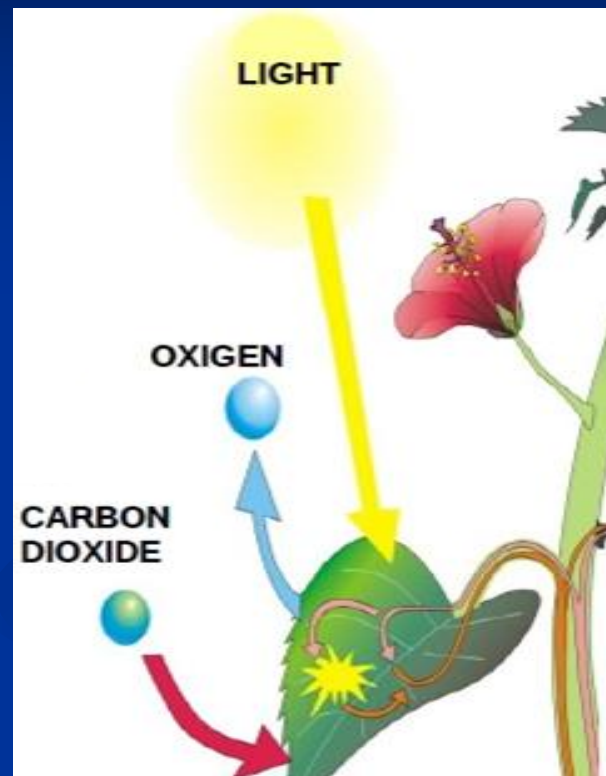
7-тапсырма: Жылыжай әсері

Бөтелкелерді күннің астына қойып, әр 5 минут сайын ішіндегі температураны өлшейміз. Өлшенген мәліметтерді жазып алып, жылыжай әсерінің температураға қалай әсер ететінін анықтаймыз.



Фотосинтез: Оттектің түзілуі

Фотосинтез – бұл өсімдіктер мен кейбір бактериялар күн сәулесінің көмегімен көмірқышқыл газы мен судан глюкоза, көмірсулар және оттег түзетін процесс.



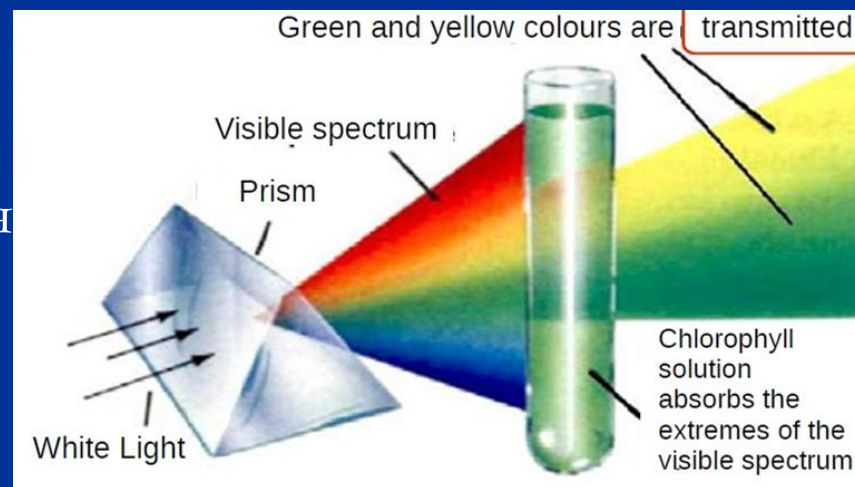
Фотосинтетикалық пигменттер деп аталатын молекулалар жарық энергиясын химиялық энергияға айналдырады.



Фотосинтез: неге жапырақтар жасыл түсті?

Өсімдік сіңірген жарық әртүрлі химиялық реакцияларда қолданылады, ал шағылысқан жарық толқындары пигменттің көзге қандай түсте көрінетінін анықтайды.

Фотосинтетикалық пигменттердің бір тобы – **хлорофиллдер**. Олар көрінетін спектрде әдетте екі аймақта жарықты сіңіреді: бірі – **көк аймақта** (400–500 нм), екіншісі – **қызыл аймақта** (600–700 нм).



Алайда олар спектрдің ортаңғы бөлігін, яғни жасыл түске сәйкес келетін жарықты (500–600 нм) шағылыстырады.



Фотосинтез: Оттектің түзілуі

Пигменттер жарықпен жарықтандырылғанда, олардың электрондары қозып, энергияны тасымалдайды. Бұл кезде су электрондардың доноры ретінде әрекет етеді: электрондар бір молекуладан екінші молекулаға өтеді, ал су молекулалары ыдырағанда **оттек** түзіледі. Бұл фотосинтездің **жарық фазасы** деп аталады.

Ал **қараңғы фазада** көмірсулар немесе қанттар түзіледі. Бұл кезеңге жарық қажет емес.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттегі түзілуін бақылау



Екі мөлдір шыны құты алыңыз да, олардың біреуінің түбіне **көк**, екіншісінің түбіне **қызыл** целлофан жапсырыңыз.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттект түзілуін бақылау



Тесікіштің көмегімен біркелкі жапырақтардан (мысалы, **шпинат** немесе **шалқан жапырағы**, тамырсыз бөліктерінен) **дөңгелек** дискілерді кесіп алыңыз. Әрбір құтыға **10 дискіден** салыңыз.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттегі түзілуін бақылау



2 г / 1 литр су мөлшерінде **натрий бикарбонатының ерітіндісін** дайындаңыз.
Әрбір құтыға осы ерітіндіден **20 мл** құйыңыз.

Жапырақ дискілерін **бикарбонат ерітіндісінде сулаңыз**. Содан кейін дискілерді
10 мл көлемді бір реттік шприцке салыңыз да, ішіне бикарбонат ерітіндісін
тартып алып, дискілер ерітіндіде қалқып тұратындай етіңіз.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттек түзілуін бақылау

Шприцтің ішіне кірген ауаны мүмкіндігінше шығарып, тек бикарбонат ерітіндісінде қалқып тұрған жапырақ дискілерін қалдырыңыз.

Шприцтің ұшын саусақпен жауып, ішіне **вакуум жасауға тырысыңыз** — яғни ішіндегі ауаны сорып алыңыз. Осылайша жапырақ ұлпасының ішкі кеңістіктеріндегі ауа **бикарбонат ерітіндісімен** алмасады. Бұл ерітінді фотосинтез процесіне жақын орналасқан құрылымдарға **көміртек көзі** ретінде қызмет етеді.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттектүзілуін бақылау

Жапырақ дискілерін әр құтыға салыңыз. Әр құтының үстін сәйкесінше **қызыл және көк целлофанмен** жабыңыз.

Әрбір құтының үстіне **жеке жарық шамын** (мүмкіндігінше кемінде **70 Вт**) орнатыңыз. Шамдарды целлофан қағаздың үстінен бірдей қашықтықта қойыңыз.

Жақсырақ – жарықдиодты (LED) шамдар қолданыңыз, өйткені басқа түрлері энергияны жылу ретінде бөледі.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттегі түзілуін бақылау

Шамды қосқан сәттен бастап,
жапырақ дискілерінің қалқып
шығуына кететін уақытты
тіркей бастаңыз.

Бұл – фотосинтез
қарқындылығының жанама
көрсеткіші болып табылады.



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттектүзілуін бақылау

Шам қосылғаннан кейін
шамамен 5 минут күтіңіз –
осы уақыт ішінде жапырақ
дискілері жоғары
көтеріле бастайды (бұл
шамдардың қуатына және
олардың қашықтығына
байланысты өзгеруі мүмкін).



8-тапсырма: Фотосинтез арқылы оттек түзілуін бақылау

Дискілер оттегіні көпіршік түрінде бөле бастағандықтан қалқып шығады, бұл көпіршіктер олардың су бетіне көтерілуіне көмектеседі.

Уақыт көрсеткіштері жарықтың түсіне байланысты әртүрлі болады: **көк жарықта** дискілер тезірек қалқып шығады, себебі ол электромагниттік сәулеленудің жоғары энергиялы бөлігі болып табылады және **фотосинтез процесінде ең тиімді** болып саналады.



9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Ашытқылар (саңырауқұлақтар) қантты (глюкозаны) этил спиртіне (этанолға) және көмірқышқыл газы (CO_2)на айналдырады.

Ферментация — энергияны аз мөлшерде өндіретін үдеріс, ал тыныс алу үдерісі энергияны әлдеқайда тиімді өндіреді және эволюциялық тұрғыдан кейінірек пайда болған.



9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Егер көмірқышқыл газының (CO_2) бөлінуі байқалса, онда ашу процесі жүргенін және тиісінше тіршіліктің мүмкіндігі тексерілгенін білеміз.

Біздің барлық тәжірибелерімізде бастапқыда суда ерітілген дақыл қолданылады.



9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Біз қолданамыз:

- 1 ас қасық ашытқы (нан пісіруге арналған) – бұл оңай табылатын тірі микроорганизм,
- 1 стақан жылы су (шамамен жарты стақан, температурасы $22^{\circ}\text{--}27^{\circ}\text{C}$),
- 1 ас қасық қант – микроорганизмдер тұтынатын зат.

Осы әдіс бақылау тәжірибесінде де, сондай-ақ экстремалды жағдайларда жүргізілетін басқа тәжірибелерде де қолданылады.



9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Бақылау тәжірибесі:

Бір стақанға ашытқы мен қантты жылы суға ерітіңіз. Алынған қоспаны дереу герметикалық полиэтилен пакетке құйып, ішіндегі ауаны түгел шығарып, мұқият жауып тастаңыз.

Маңызды: пакеттің ішінде мүлде ауа қалмауы керек.



9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Бақылау тәжірибесі:

15–20 минут өткеннен кейін пакет ісініп, ішінде көмірқышқыл газының көпіршіктері пайда болады. Көмірқышқыл газының көпіршіктері микроағзалардың тірі екенін дәлелдейді.



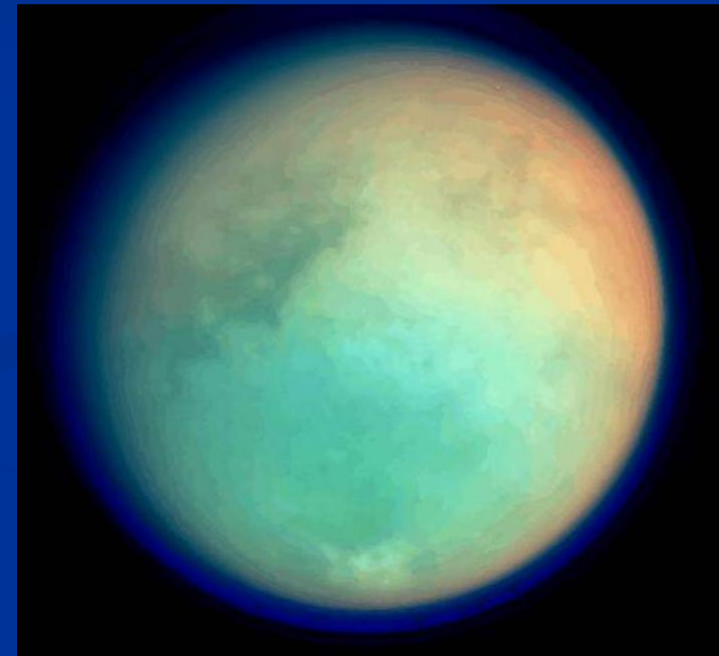
9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

«Сілтілік планетада» (мысалы, Нептун, Титан немесе аммиак бар GJ1132b сияқты) жүргізілетін тәжірибе:

Тәжірибені натрий бикарбонатымен (ас содасымен) немесе аммиакпен қайталау.

Сілтілік шкала бойынша рН мәндері:

- Натрий бикарбонаты (ас содасы): **рН 8.4**
- Үй жағдайында дайындалған аммиак: **рН 11**



Титан, NASA-ның фотосуреті (NASA)

Егер көпіршіктер пайда болса — бұл тіршіліктің бар екенін білдіреді.

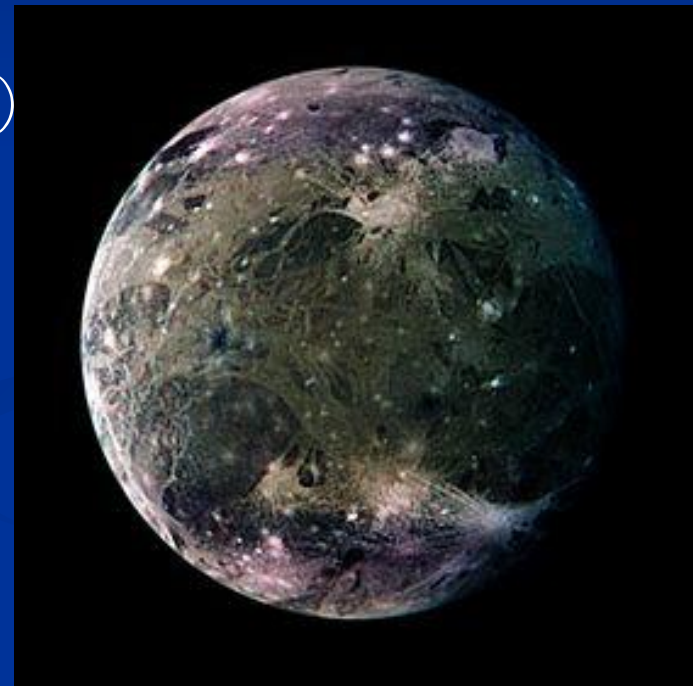


9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

"Тұзды планетадағы" тәжірибе

(мысалы, Марс, Ганимед немесе WAPC 96b)

Тәжірибені қайталап орындаңыз, суға натрий хлоридін (ас тұзын) ерітіңіз.



Ганимед, Дереккөз: NASA

Егер көпіршіктер пайда болса — бұл тіршіліктің бар екенін білдіреді.



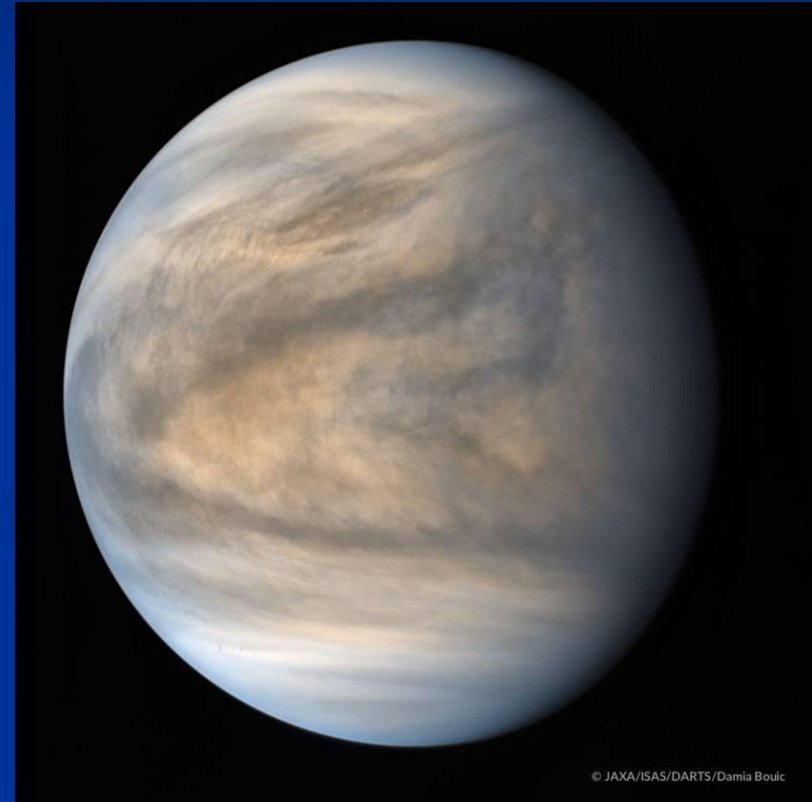
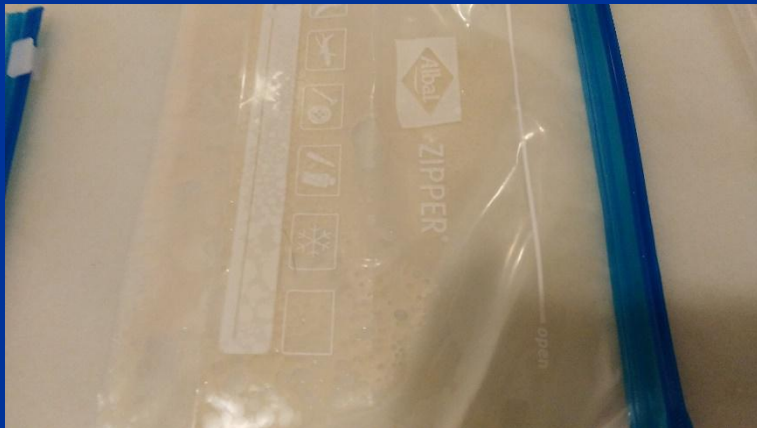
9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

Қышқыл планетада жүргізілетін тәжірибе (мысалы, Венера — күкірт қышқылды жаңбыр жауатын, немесе Ио, не WAPS 39b):

Тәжірибені қайталау үшін дақылдық (өсірілетін) суға сірке суын немесе лимон шырынын ерітіңіз.

Қышқыл ортадағы рН шкаласы:

- Сірке суы: рН 2.9
- Лимон шырыны: рН 2.3



© JAXA/ISAS/DARTS/Damla Bouic

Венера, Дереккөз:
NASA

Егер көпіршіктер пайда болса — бұл тіршіліктің бар екенін білдіреді.

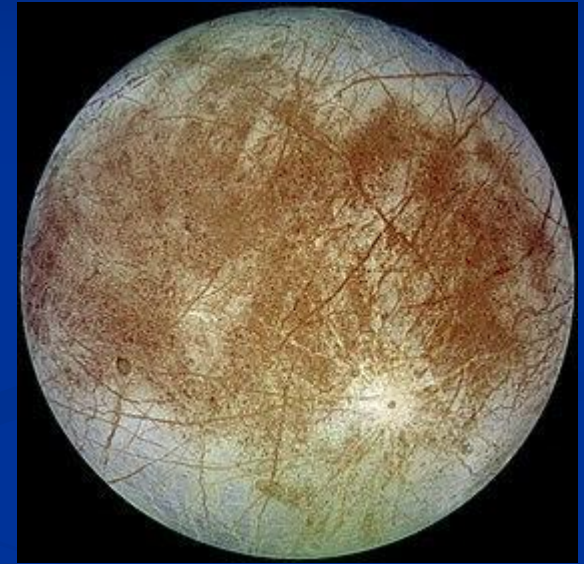
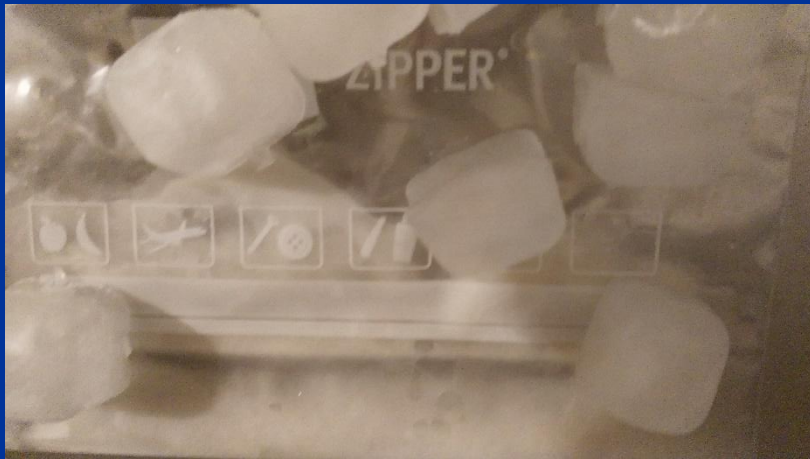


9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

"Мұзды планетада" жүргізілетін тәжірибе

(мысалы: Еуропа, Gliese 667 C d немесе Barnard b)

Пакетті мұз толтырылған ыдысқа салыңыз



Еуропа (Дереккөз: NASA)

Егер көпіршіктер пайда болса — бұл тіршіліктің бар екенін білдіреді.

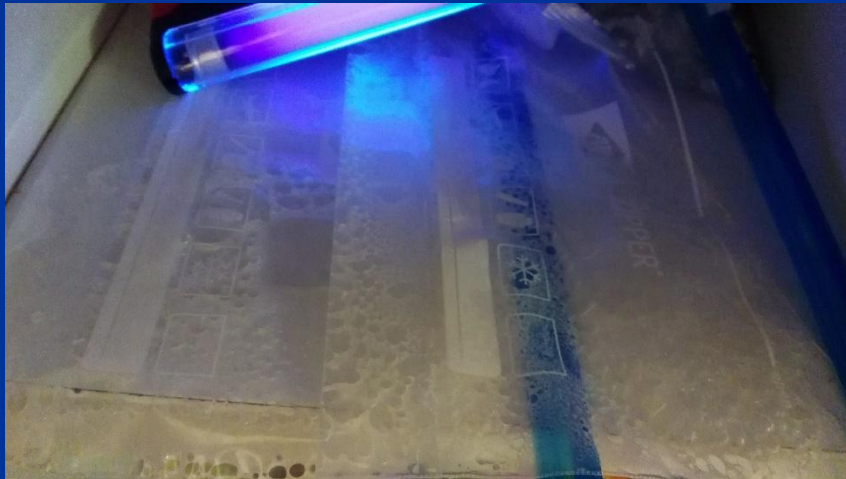


9-тапсырма: Экстремалды жағдайларда тіршілік

"Ультракүлгін сәулелі планетада" жүргізілетін тәжірибе

(мысалы: Марс немесе Trappist-1 e, f және g)

Тәжірибені орындаңыз, бірақ пакетті ультракүлгін шам астына қойыңыз.



Марс, (Дерексөз: iStock)

Егер көпіршіктер пайда болса — бұл тіршіліктің бар екенін білдіреді.



10-тапсырма: Екінші Жерді іздеу

Жер — өмір бар екені белгілі жалғыз ғаламшар. Ендеше, оған ұқсас жағдайлары бар экзoҒаламшарды іздеп көрейік. Бірақ қандай параметрлер маңызды?

- ЭкзoҒаламшардың радиусы мен массасы
- Тіршілікке қолайлы аймақ (habitable zone)
- Жұлдыздың массасы (экзoҒаламшар айналатын басты жұлдыздың массасы)



ЭкзоҒаламшардың радиусы мен массасы

Планетаның радиусы мен массасы оның тығыздығын дұрыс бағалау үшін ескерілуі керек.

Керлер миссиясының критерийлері бойынша:

- Жер тәрізді Ғаламшарлардың радиусы 2 Жер радиусынан кіші болуы тиіс: $R < 2R_e$
- 10 Жер массасы – супержерлік (үлкен, бірақ Жерге ұқсас) планеталар үшін жоғарғы шек ретінде қабылданады: $M < 10M_e$

Тіршілікке жарамды аймақ

Негізгі тізбектегі жұлдыздардың жарықтығы мен температурасы арасында тікелей байланыс бар. Жұлдыздың беті неғұрлым ыстық болса, соғұрлым ол жарқырай түседі, және тіршілікке жарамды аймақ жұлдыздан соғұрлым алыс орналасады.

Спектрлік түрі	Температура К	Тіршілікке жарамды аймақ AU
O6V	41 000	450-900
B5V	15 400	20-40
A5V	8 200	2.6-5.2
F5V	6 400	1.3-2.5
G5V	5 800	0.7-1.4
K5V	4 400	0.3-0.5
M5V	3 200	0.07-0.15



Орталық жұлдыздың массасы

Жұлдыздың эволюциясы мен өмір сүру ұзақтығы оның массасына байланысты. Жұлдыз сутегіні біріктіру арқылы алатын энергиясы массасына пропорционал. Ал жұлдыздың негізгі тізбек кезеңіндегі өмір сүру уақыты — осы энергияны жұлдыздың жарықтылығына бөлу арқылы анықталады

$$t^*/t_s = (M^*/M_s)/(L^*/L_s)$$

Күнді эталон ретінде ала отырып, жұлдыздың негізгі тізбектегі өмір сүру уақыты: $L \propto M^{3.5}$

$$t^*/t_s = (M^*/M_s)/(M^{3.5}/M_s^{3.5}) = (M^*/M_s)^{-2.5}$$

Орталық жұлдыздың массасы

сонда
$$t^* / t_s = (M_s / M^*)^{2.5}$$

Күннің өмір сүру ұзақтығы $t_s = 10^{10}$ жыл болса, жұлдыздың өмір сүру ұзақтығы мына формуламен анықталады:

$$t^* \sim 10^{10} \cdot (M_s / M^*)^{2.5} \text{ жыл}$$

Енді жұлдыздың негізгі тізбек кезеңінде кем дегенде 3×10^9 жыл тұрақтап тұруы үшін, оның массасының жоғарғы шегін есептейік. Бұл уақыт өмірдің пайда болуы мен дамуына жеткілікті болуы қажет

$$M^* = (10^{-10} \times t)^{-0.4} M_s$$

$$M^* = (10^{-10} \times 3\,000\,000\,000)^{-0.4} M_s$$

$$M^* \leq 1.6 M_s$$

Екінші Жерді іздеу

Экзопланетаның атауы	Массасы (<i>Жер массасында</i>)	Радиусы (<i>Жер радиусында</i>)	Жұлдызға дейінгі қашықтық (<i>а.б.</i>)	Жұлдыз массасы (<i>Күн массасында</i>)	Жұлдыздың спектрлік типі / беткі температурасы
Beta Pic b	4100	18.5	11.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	15.10	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	14.20	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	белгісіз	1.59	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	белгісіз	0.09	0.29	M3.5V
Tau Cet c	3.11	белгісіз	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	белгісіз	24	0.7	K8V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V
Kepler-138c	1.97	1.20	0.09	0.57	M1V
Kepler-62f	2.80	1.41	0.72	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	0.05	0.12	M5V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V

Екінші Жерді іздеу

Экзопланетаның атауы	Массасы (<i>Жер массасында</i>)	Радиусы (<i>Жер радиусында</i>)	Жұлдызға дейінгі қашықтық (<i>а.б.</i>)	Жұлдыз массасы (<i>Күн массасында</i>)	Жұлдыздың спектрлік типі / беткі температурасы
Beta Pic b	4100	18.5	41.8	1.73	A6V
HD 209458 b	219.00	15.10	0.05	1.10	G0V
HR8799 b	2226	14.20	68.0	1.56	A5V
Kepler-452 b	белгісіз	1.59	1.05	1.04	G2V
Kepler-78 b	1.69	1.20	0.01	0.81	G
Luyten b	2.19	белгісіз	0.09	0.29	M3.5V
Tau Cet c	3.11	белгісіз	0.20	0.78	G8.5V
TOI 163 b	387	16.34	0.06	1.43	F
Trappist-1 b	0.86	1.09	0.01	0.08	M8
TW Hya d (yet unconfirmed)	4	белгісіз	24	0.7	K8V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V
Kepler-138c	1.97	1.20	0.09	0.57	M1V
Kepler-62f	2.80	1.41	0.72	0.69	K2V
Proxima Centauri b	1.30	1.10	0.05	0.12	M5V
HD 10613 b	12.60	2.39	0.09	1.07	F5V

Қорытынды

- ❑ Тіршілікке жарамды аймақ ұғымы игерілді.
- ❑ Астробиология ғылым ретінде таныстырылды.
- ❑ Оттегін өндіру және көмірқышқыл газын алу тәсілдері тәжірибелік жолмен көрсетілді.
- ❑ "Екінші Жерді" анықтау жолдары қарастырылды.



Назарларыңызға
рақмет!

