KİMYA

11. SINIF | **YAZILIYA HAZIRLIK** | **TYMM 2026-2027**

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 3

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Kışın buzlanan yollara serpilen kalsiyum klorür suda çözünürken ısı açığa çıkar. Spor yaralanmalarında kullanılan bazı soğuk paketlerde ise amonyum klorür ve su ayrı bölmelerde bulunur; paket sıkılınca karışım soğur. Bir grup öğrenci, bazı olaylardaki ısı değişimini incelemek için köpük bardaklarla dört deney yapmıştır. Öğrenciler her deneyde bardağa 100 mL sıvı koyup sıcaklığını ölçmüş, 5,0 g katı ekleyip karıştırmış ve termometrede okunan en yüksek ya da en düşük sıcaklığı tabloya kaydetmiştir.

Deney	Bardaktaki sıvı	Eklenen katı	İlk sıcaklık (°C)	Son sıcaklık (°C)	Gözlem
1	Su	Susuz kalsiyum klorür ($CaCl_2$)	22,0	29,6	Katı çözündü.
2	Su	Amonyum klorür (NH_4Cl)	22,0	19,0	Katı çözündü.
3	Su	Sodyum klorür (NaCl)	22,0	21,3	Katı çözündü.
4	Sirke	Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$)	22,0	18,2	Gaz kabarcıkları çıktı.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. 1, 2 ve 3. deneylerdeki bağımsız ve bağımlı değişkenleri, iki kontrol değişkeniyle birlikte yazınız. (4 puan)

1.2. Dört deneyde gerçekleşen olayları fiziksel ya da kimyasal, endotermik ya da ekzotermik olarak sınıflandırınız. Sınıflandırmalarınızın kanıtlarını deney verilerinden yazınız. (6 puan)

1.3. Deneydeki katılardan hangisini sıcak paket, hangisini soğuk paket yapımında kullanmayı önerirsiniz? Gerekçesiyle yazınız. Bir öğrenci "2. deneyde suyun sıcaklığı düştüğüne göre çözünen amonyum klorürün enerjisi azalmıştır." demiştir. Bu yargıyı sistem ve çevre kavramlarını kullanarak değerlendiriniz. (5 puan)

2. Karadeniz Bölgesi'nde fındık kabuğu, sobalarda ve kalorifer kazanlarında yakıt olarak kullanılır. Bir öğrenci, kabukların nemli ortamda depolanmasının yakıt olma potansiyelini nasıl etkilediğini merak etmiştir. Kuru ve nemli fındık kabuğu ile kuru ve nemli çam talaşından alınan 2,0 g'lık örnekleri, içinde 200 g su bulunan metal bir kutunun altında ayrı ayrı yakmış ve her deneyde suyun sıcaklık artışını ölçmüştür. Nemli örnekler kütlece yaklaşık %30 su içermektedir.

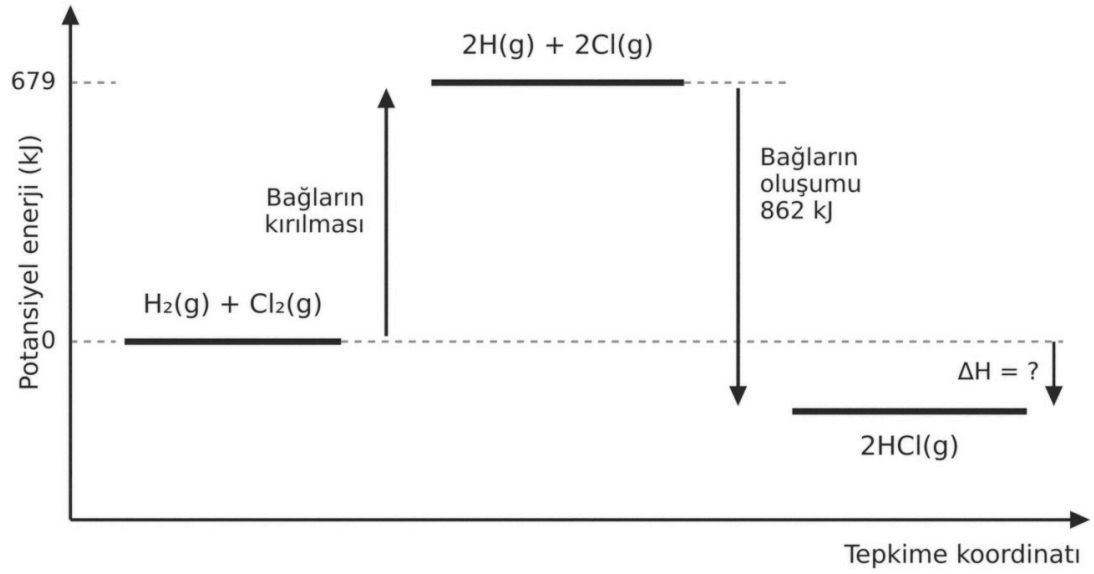
Örnek (2,0 g)	Suyun sıcaklık artışı (°C)
Kuru fındık kabuğu	11,0
Nemli fındık kabuğu	7,0
Kuru çam talaşı	12,0
Nemli çam talaşı	7,6

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2.1. Deney verilerine dayanarak yakıtların nem içeriği ile enerji kaynağı olma potansiyeli arasındaki ilişkiye yönelik bir hipotez oluşturunuz. Hipotezinizi daha güvenilir biçimde sınamak için deneyde yapılabilecek bir değişikliği yazınız. (5 puan)

2.2. Kuru ve nemli fındık kabuğunun 1 gramının yanmasıyla suya geçen ısıyı $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısıyla hesaplayınız (Suyun öz ısısı $c = 4{,}18$ J/g·°C). Nemli örneğin daha az ısı vermesinin nedenini açıklayınız. (5 puan)

3. Tuz ruhu olarak da bilinen hidroklorik asit, endüstride hidrojen ve klor gazlarının özel yakıcılarda tepkimeye girmesiyle oluşan hidrojen klorür (HCl) gazının suda çözülmesiyle üretilir. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ tepkimesinde gerçekleşen bağ kırılması ve bağ oluşumu basamakları aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Aynı gruptaki diğer halojenlerin hidrojenle tepkimelerinde kullanılacak ortalama bağ enerjileri tabloda verilmiştir.

Bağ	H–H	F–F	Br–Br	I–I	H–F	H–Br	H–I
Bağ enerjisi (kJ/mol)	436	159	193	151	565	364	297

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Diyagramdan yararlanarak tepkimede kırılan ve oluşan bağların enerjileri toplamını belirleyiniz ve tepkimenin entalpi değişimini (ΔH) hesaplayınız. Tepkimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu bağ enerjileriyle açıklayınız. (5 puan)

3.2. Tablodaki bağ enerjilerini kullanarak gaz fazında gerçekleşen $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$, $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$ ve $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ tepkimelerinin entalpi değişimlerini hesaplayınız. (6 puan)

3.3. 3.1 ve 3.2'de bulduğunuz sonuçlardan yola çıkarak oluşan H–X bağının (X: F, Cl, Br, I) enerjisi ile tepkimenin entalpi değişimi arasındaki ilişkiye dair bir genelleme yapınız. Isıtılan HI gazının bir kısmının H_2 ve I_2 gazlarına ayrıştığı, HF gazının ise aynı koşullarda ayrışmadığı gözlenmiştir. Bu gözlemi genellemenizle açıklayınız. (4 puan)

4. Bitkiler fotosentezle karbon dioksit ve sudan glikoz üretir. Canlılar ise hücresel solunumda glikozu oksijenle tepkimeye sokarak yaşamsal etkinlikleri için gereken enerjiyi sağlar. Solunumun net tepkimesi $C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(s)$ şeklindedir. Bu tepkimedeki maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$C_6H_{12}O_6(k)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(s)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−1268,0	0	−393,5	−285,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. ($C_6H_{12}O_6$: 180 g/mol)

4.1. Solunum tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 g glikozun bu tepkimeye göre tamamen tepkimeye girmesiyle açığa çıkan ısıyı bulunuz. (5 puan)

4.2. Fotosentezin net tepkimesi $6CO_2(g) + 6H_2O(s) \rightarrow C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g)$ şeklindedir. Bu tepkimenin standart tepkime entalpisini tahmin ederek tepkimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu belirtiniz. Bir bitkinin 9,0 g glikoz üretebilmesi için en az ne kadar enerji alması gerektiğini hesaplayarak bu enerjinin kaynağını yazınız. (5 puan)

5. Demir yolu raylarının birleştirilmesinde termit kaynağı kullanılır. Bu yöntemde alüminyum tozu ile demir(III) oksit tozunun karışımı tutuşturulur ve $2Al(k) + Fe_2O_3(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 2Fe(k)$ tepkimesi gerçekleşir. Açığa çıkan ısıyla eriyen demir, iki rayın arasındaki boşluğu doldurur. Alüminyumun metal oksitlerden metal elde etmek için kullanıldığı bu tür yöntemlere alüminotermi denir.

Bilgi: Termit tepkimesinde sıcaklık 2500 °C'u aşabilir; demirin erime sıcaklığı 1538 °C'tur.

Madde	$Fe_2O_3(k)$	$Al_2O_3(k)$	$Cr_2O_3(k)$	MgO(k)
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−824,2	−1675,7	−1139,7	−601,7

(Elementlerin en kararlı hâllerinin standart oluşum entalpileri sıfırdır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

5.1. Termit tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Tepkimeye giren karışımın 1 gramı başına açığa çıkan ısıyı bulunuz. (Al: 27 g/mol, Fe_2O_3: 160 g/mol) (5 puan)

5.2. Alüminotermi yöntemiyle krom ve magnezyum elde etmek için yazılan aşağıdaki tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $2Al(k) + Cr_2O_3(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 2Cr(k)$
II. $2Al(k) + 3MgO(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 3Mg(k)$

5.3. Hesapladığınız sonuçlara dayanarak termit kaynağına benzer biçimde, kendi açığa çıkardığı ısıyla süren bir alüminotermi yönteminin hangi metali elde etmek için uygun olmadığını tahmin ediniz. Tahmininizi, metal oksitlerin standart oluşum entalpilerini Al_2O_3'ünkiyle karşılaştırarak açıklayınız. (4 puan)

6. Evlerde ve kamp ocaklarında kullanılan tüp gaz (sıvılaştırılmış petrol gazı, LPG) başlıca propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) gazlarının karışımıdır. Evlerde kullanılan tüplerin çoğunda 12 kg gaz bulunur. Bazı maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$C_3H_8(g)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(s)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−103,8	0	−393,5	−285,8	−241,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (C_3H_8: 44 g/mol, C_4H_{10}: 58 g/mol)

6.1. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

6.2. $C_4H_{10}(g) + 13/2O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisi −2877,5 kJ'dür. Buna göre bütanın standart oluşum entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

6.3. Propan ve bütanın 1 gramının yanmasıyla açığa çıkan ısıyı hesaplayınız. 12 kg'lık bir tüpte yalnızca propan ya da yalnızca bütan bulunduğunu varsayarak tüpteki gazın tamamen yanmasıyla açığa çıkacak ısıları karşılaştırınız. (5 puan)

6.4. Ocakta yanma sırasında oluşan su, buhar hâlinde ortama karışır. Propanın yanmasında suyun gaz hâlinde oluştuğunu kabul ederek tepkimenin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Bulduğunuz değeri 6.1'deki değerle karşılaştırarak farkın nedenini açıklayınız. (5 puan)

7. Havanın hacimce yaklaşık %78'i azot (N_2), %21'i oksijen (O_2) gazıdır. Azot ve oksijen gazları $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ $\Delta H = +180{,}6$ kJ tepkimesine göre azot monoksit (NO) gazını oluşturabilir. Bu tepkimeyle ilgili bazı kanıtlar aşağıda verilmiştir.

- Kanıt 1: Havadaki N_2 ve O_2 molekülleri sürekli çarpıştığı hâlde oda koşullarında havada kendiliğinden NO oluşmaz.
- Kanıt 2: N_2 molekülündeki üçlü bağın (N≡N) enerjisi 946 kJ/mol, O_2 molekülündeki çift bağın (O=O) enerjisi 498 kJ/mol'dür.
- Kanıt 3: Şimşek çaktığında yıldırımın geçtiği yoldaki hava çok kısa sürede yaklaşık 30 000 °C'a kadar ısınır ve havada NO oluşur.
- Kanıt 4: Araç motorlarında yakıtın yandığı silindirlerde sıcaklık 2000 °C'u aşar ve egzoz gazında NO bulunur. Egzoz gazı soğuduktan sonra havada yeni NO oluşmaz.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

7.1. Kanıt 1 ve Kanıt 2'yi kullanarak oda koşullarında N_2 ve O_2 molekülleri arasındaki çarpışmaların neden ürün oluşturmadığını çarpışma teorisiyle açıklayınız. (5 puan)

7.2. Kanıt 3 ve Kanıt 4'ü kullanarak bu tepkimenin gerçekleşme şartlarına ilişkin bir çıkarım yapınız. Sıcaklığın yükselmesinin tepkimenin gerçekleşmesini nasıl sağladığını eşik değeri (eşik enerjisi) kavramıyla açıklayınız. (5 puan)

7.3. Tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğini çizerek ileri aktivasyon enerjisini (E_{ai}), geri aktivasyon enerjisini (E_{ag}) ve ΔH'yi grafik üzerinde gösteriniz. E_{ai} ile E_{ag}'yi karşılaştırınız. Kanıt 4'teki "Egzoz gazı soğuduktan sonra havada yeni NO oluşmaz." gözlemini tepkimenin endotermik olmasıyla ilişkilendiriniz. (5 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.4. Çözümleme
2	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
3	KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.4. Çözümleme
4	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
5	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
6	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
7	KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme	FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama

PUANLAMA TABLOSU							
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**TOPLAM**
15	*10*	*15*	*10*	*15*	*20*	*15*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 3** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Hazırlayan: Murat Altun. Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının resmî yayını değildir; görseller Blender ile oluşturulmuştur.

ÇÖZÜMLER

1. Doğru cevap:

- 1.1 **(4 puan)**: Bağımsız değişken: suda çözünen katının türü **(1 puan)**. Bağımlı değişken: suyun sıcaklık değişimi (son sıcaklık) **(1 puan)**. Kontrol değişkenleri: katının kütlesi (5,0 g), suyun hacmi (100 mL), suyun ilk sıcaklığı (22,0 °C), bardağın türü, karıştırma biçimi ve kullanılan termometre gibi değişkenlerden ikisi (2 puan; her biri 1 puan).
- 1.2 **(6 puan)**: 1, 2 ve 3. deneylerdeki olayların çözünme olduğunu, yeni madde oluşmadığı için fiziksel olay olduğunu; 4. deneydeki gaz çıkışının yeni bir madde (karbon dioksit) oluştuğunu gösterdiğini ve bu olayın kimyasal olay (tepkime) olduğunu belirtme **(2 puan)**. 1. deneyde sıcaklık arttığı için çözünmenin ekzotermik olduğunu **(1 puan)**, 2. deneyde **(1 puan)** ve 3. deneyde **(1 puan)** sıcaklık azaldığı için çözünmelerin endotermik olduğunu, 4. deneyde sıcaklık azaldığı için tepkimenin endotermik olduğunu **(1 puan)** belirtme. (3. deneydeki sıcaklık değişimi küçük olsa da olay endotermiktir.)
- 1.3 **(5 puan)**: Sıcak paket için kalsiyum klorürün, çözünürken çevreye ısı verdiği ve sıcaklığı en çok artıran madde olduğu için önerilmesi **(1 puan)**; soğuk paket için amonyum klorürün, çözünürken çevreden ısı aldığı ve sıcaklığı belirgin biçimde düşürdüğü (sodyum klorürdeki düşüşün çok küçük olduğu) için önerilmesi **(1 puan)**. Yargının yanlış olduğunu belirterek çözünen amonyum klorürün (sistem) sudan ve bardaktan (çevre) ısı aldığını, bu nedenle sistemin enerjisinin arttığını, çevrenin enerjisinin azaldığını ve termometrenin çevrenin (suyun) sıcaklığındaki düşüşü gösterdiğini açıklama **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

1.1. Bağımsız değişken suda çözünen katının türüdür. Bağımlı değişken suyun sıcaklık değişimidir. Kontrol değişkenleri katının kütlesi (5,0 g) ve suyun hacmidir (100 mL).

1.2. 1, 2 ve 3. deneylerde katılar suda çözünmüştür; yeni madde oluşmadığı için bu olaylar fizikseldir. 1. deneyde sıcaklık 22,0 °C'tan 29,6 °C'a yükseldiği için olay ekzotermiktir. 2. ve 3. deneylerde sıcaklık düştüğü için olaylar endotermiktir. 4. deneyde gaz kabarcıkları çıkmıştır; yeni bir madde oluştuğu için olay kimyasaldır ve sıcaklık 18,2 °C'a düştüğü için endotermiktir.

1.3. Sıcak paket için kalsiyum klorür kullanılmalıdır çünkü çözünürken çevresine ısı verir ve sıcaklığı en çok artıran maddedir. Soğuk paket için amonyum klorür kullanılmalıdır çünkü çözünürken çevresinden ısı alır ve sıcaklığı belirgin biçimde düşürür. Öğrencinin yargısı yanlıştır. Çözünen amonyum klorür sistemdir; çözünürken çevreden yani sudan ısı alır. Bu nedenle sistemin enerjisi artar, çevrenin enerjisi azalır. Termometrede ölçülen düşüş, ısı veren çevrenin (suyun) soğumasını gösterir.

Yanlış cevap: Bağımsız değişken olarak "sıcaklık", bağımlı değişken olarak "katının türü" yazmak; çözünmeleri kimyasal olay olarak sınıflandırmak; sıcaklığı düşen deneyleri ekzotermik olarak belirtmek; 4. deneydeki gaz çıkışını kaynama olarak açıklamak; soğuk paket için kalsiyum klorürü önermek; endotermik olayda sistemin enerjisinin azaldığını kabul etmek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

- 2.1 **(5 puan)**: Sınanabilir hipotez: "Yakıtın nem (su) içeriği arttıkça birim kütlesinin yanmasıyla açığa çıkan ısı azalır." ya da "Nemli yakıtların enerji kaynağı olma potansiyeli kuru yakıtlarınkinden düşüktür." **(2 puan)**. Hipotezi her iki yakıtta da nemli örneklerin suyu daha az ısıttığı verisine dayandırma **(1 puan)**. Deneyde yapılabilecek değişikliklerden biri: aynı yakıtın farklı nem oranlarındaki (ör. %0, %10, %20, %30) örnekleriyle deney yapmak, her ölçümü birkaç kez tekrarlamak, örnek kütlesi, su kütlesi ve alev-kutu uzaklığı gibi değişkenleri sabit tutmak, ısı kaybını azaltmak için kutunun çevresini yalıtmak **(2 puan)**.
- 2.2 **(5 puan)**: Kuru fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 11,0 = 9196 J; 1 g için 9196 ÷ 2,0 ≈ 4600 J ≈ 4,6 kJ **(1 puan)**. Nemli fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 7,0 = 5852 J; 1 g için 5852 ÷ 2,0 ≈ 2900 J ≈ 2,9 kJ **(1 puan)**. Nemli örneğin aynı kütlesinde daha az yanıcı madde bulunduğunu (2,0 g'ın yaklaşık 0,6 g'ı sudur) ve açığa çıkan ısının bir kısmının örnekteki suyu buharlaştırmak için harcandığını açıklama **(3 puan)**.

Not: Kuru fındık kabuğunun yanma ısısı yaklaşık 19 kJ/g'dır. Bu tür basit düzeneklerde ısının büyük kısmı havaya ve kutuya geçtiği için suya geçen ısı yanma ısısından küçük ölçülür.

Örnek doğru cevap:

2.1. Hipotezim: "Yakıtın nem içeriği arttıkça 1 gramının yanmasıyla açığa çıkan ısı azalır." Hem fındık kabuğunda hem çam talaşında nemli örnekler suyu daha az ısıtmıştır. Hipotezi daha güvenilir sınamak için fındık kabuğunun %0, %10, %20 ve %30 nem içeren örnekleriyle deneyi tekrarlar, her ölçümü üç kez yaparım.

2.2. Kuru fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 11,0 = 9196 J; 2,0 g'dan geldiği için 1 g'dan yaklaşık 4,6 kJ ısı suya geçmiştir. Nemli fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 7,0 = 5852 J; 1 g'dan yaklaşık 2,9 kJ ısı suya geçmiştir. Nemli kabuğun 2,0 g'ının yaklaşık 0,6 g'ı sudur, yani yanan madde daha azdır. Ayrıca açığa çıkan ısının bir kısmı bu suyun buharlaşmasına harcanır. Bu nedenle nemli örnek daha az ısı verir.

Yanlış cevap: "Nemli yakıt daha uzun süre yandığı için daha çok ısı verir." gibi verilere aykırı ya da "Yakıtlar ısı verir." gibi sınanamayan ifadeleri hipotez olarak yazmak; deneyde yalnızca yakıt türünü değiştirmeyi önermek; hesaplamada suyun kütlesi yerine örneğin kütlesini (2,0 g) kullanmak; sonucu 2'ye bölmeden 9,2 kJ/g olarak yazmak; nemli örneğin daha az ısı vermesini "suyun yanması" ya da "nemin alevi büyütmesi" ile açıklamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(5 puan)**: Kırılan bağların (1 mol H−H ve 1 mol Cl−Cl) enerjileri toplamı 679 kJ, oluşan bağların (2 mol H−Cl) enerjileri toplamı 862 kJ **(1 puan)**. ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi = 679 − 862 = −183 kJ **(2 puan)**. Oluşan bağların enerjileri toplamı kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ekzotermiktir; aradaki fark kadar (183 kJ) enerji çevreye verilir **(2 puan)**.
- 3.2 **(6 puan)**:
  - HF: ΔH = (436 + 159) − 2 · 565 = 595 − 1130 = −535 kJ **(2 puan)**
  - HBr: ΔH = (436 + 193) − 2 · 364 = 629 − 728 = −99 kJ **(2 puan)**
  - HI: ΔH = (436 + 151) − 2 · 297 = 587 − 594 = −7 kJ **(2 puan)**
- 3.3 **(4 puan)**: Genelleme: Oluşan H−X bağının enerjisi büyüdükçe tepkimede açığa çıkan ısı artar (ΔH daha negatif olur); H−X bağı güçlü olan ürün daha kararlıdır (sıralama HF > HCl > HBr > HI) **(2 puan)**. Açıklama: H−I bağı en zayıf bağ olduğu ve HI'ın oluşumu çok az ekzotermik olduğu (ΔH = −7 kJ) için HI'ı ayrıştırmak az enerji gerektirir; ısıtılan HI kolayca ayrışır. H−F bağı çok güçlü olduğu ve HF'nin oluşumunda çok fazla enerji açığa çıktığı için HF çok kararlıdır ve aynı koşullarda ayrışmaz **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

3.1. Diyagrama göre H−H ve Cl−Cl bağlarını kırmak için 679 kJ enerji gerekir, 2 mol H−Cl bağı oluşurken 862 kJ enerji açığa çıkar. ΔH = 679 − 862 = −183 kJ'dür. Oluşan bağların enerjisi kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ekzotermiktir.

3.2. HF: (436 + 159) − (2 · 565) = −535 kJ. HBr: (436 + 193) − (2 · 364) = −99 kJ. HI: (436 + 151) − (2 · 297) = −7 kJ.

3.3. Oluşan H−X bağının enerjisi küçüldükçe tepkimede açığa çıkan ısı azalır: HF (−535 kJ), HCl (−183 kJ), HBr (−99 kJ), HI (−7 kJ). Bağ enerjisi büyük olan bağlar daha kararlıdır. H−I bağı zayıf olduğundan HI az enerjiyle ayrışabilir; bu nedenle ısıtılınca bir kısmı H_2 ve I_2'ye ayrışır. H−F bağı çok güçlü olduğundan HF çok kararlıdır ve aynı sıcaklıkta ayrışmaz.

Yanlış cevap: ΔH'yi "oluşan bağ enerjisi − kırılan bağ enerjisi" şeklinde hesaplayıp +183 kJ bulmak ve tepkimeyi endotermik olarak belirtmek; ürün tarafında H−X bağı sayısını 1 alarak hesap yapmak (ör. HF için 595 − 565 = +30 kJ); "Bağ enerjisi büyük olan molekül kolay ayrışır." demek; HI'ın ayrışmasını yalnızca "iyot ağır bir atomdur" diye açıklamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [6 \cdot \Delta H^\circ_f(CO_2) + 6 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2O)] - [\Delta H^\circ_f(C_6H_{12}O_6) + 6 \cdot \Delta H^\circ_f(O_2)] = [6 \cdot (-393{,}5) + 6 \cdot (-285{,}8)] - [(-1268{,}0) + 0] = -4075{,}8 + 1268{,}0 = -2807{,}8$ kJ **(3 puan)**. 1 g glikoz: 2807,8 ÷ 180 ≈ 15,6 kJ ısı açığa çıkar **(2 puan)**.
- 4.2 **(5 puan)**: Fotosentez solunumun tersi olduğu için $\Delta H^\circ_{tepkime} = +2807{,}8$ kJ'dür (oluşum entalpileriyle hesaplanarak da bulunabilir); tepkime endotermiktir **(2 puan)**. 9,0 g glikoz 9,0 ÷ 180 = 0,05 mol; gereken enerji 0,05 · 2807,8 ≈ 140,4 kJ **(2 puan)**. Enerjinin kaynağı güneş ışığıdır (ışık enerjisi) **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

4.1. $\Delta H^\circ = [6 \cdot (-393{,}5) + 6 \cdot (-285{,}8)] - (-1268{,}0) = -2807{,}8$ kJ'dür. 1 mol (180 g) glikozdan 2807,8 kJ ısı açığa çıktığına göre 1 g glikozdan 2807,8 ÷ 180 ≈ 15,6 kJ ısı açığa çıkar.

4.2. Fotosentez tepkimesi solunum tepkimesinin tersidir; bu nedenle $\Delta H^\circ = +2807{,}8$ kJ'dür ve tepkime endotermiktir. 9,0 g glikoz 0,05 moldür. Bunun için en az 0,05 · 2807,8 ≈ 140,4 kJ enerji gerekir. Bitki bu enerjiyi güneş ışığından alır.

Bilgi: Besin etiketlerinde karbonhidratlar için kullanılan 17 kJ/g ortalama bir değerdir; glikozun 1 gramının solunumla tamamen tepkimeye girmesiyle açığa çıkan ısı (yaklaşık 15,6 kJ) bu değerden biraz düşüktür.

Yanlış cevap: O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları (6) hesaba katmadan −1268,0 + (−393,5) + (−285,8) gibi işlemler yapmak; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; 1 g için sonucu 180 ile çarpmak; fotosentezi ekzotermik olarak belirtmek ya da enerjinin kaynağını "topraktaki su" veya "glikoz" olarak yazmak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

- 5.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(Al_2O_3) + 2 \cdot \Delta H^\circ_f(Fe)] - [2 \cdot \Delta H^\circ_f(Al) + \Delta H^\circ_f(Fe_2O_3)] = (-1675{,}7 + 0) - (0 + (-824{,}2)) = -851{,}5$ kJ **(3 puan)**. Karışımın kütlesi $2 \cdot 27 + 160 = 214$ g; $851{,}5 \div 214 \approx 4{,}0$ kJ/g ısı açığa çıkar **(2 puan)**.
- 5.2 **(6 puan)**: I. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-1139{,}7) = -536{,}0$ kJ **(3 puan)**. II. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - 3 \cdot (-601{,}7) = -1675{,}7 + 1805{,}1 = +129{,}4$ kJ **(3 puan)**.
- 5.3 **(4 puan)**: Magnezyum elde etmek için uygun değildir; II. tepkime endotermik olduğu için ısı açığa çıkarmaz, tepkime kendi ısısıyla süremez **(2 puan)**. Açıklama: Tepkenlerdeki metal oksidin oluşum entalpisi, ürünlerdeki Al_2O_3'ün oluşum entalpisinden daha az negatifse (Fe_2O_3: −824,2 ve Cr_2O_3: −1139,7 > −1675,7 kJ) tepkime ekzotermiktir. 3 mol MgO'nun oluşum entalpisi (−1805,1 kJ) Al_2O_3'ünkinden daha negatif olduğundan MgO, alüminyum oksitten daha kararlıdır; alüminyum magnezyumu oksidinden ısı açığa çıkararak ayıramaz **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-824{,}2) = -851{,}5$ kJ'dür. Tepkimeye 2 mol Al (54 g) ve 1 mol Fe_2O_3 (160 g), toplam 214 g karışım girer. 1 g karışım başına $851{,}5 \div 214 \approx 4{,}0$ kJ ısı açığa çıkar.

5.2. I. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-1139{,}7) = -536{,}0$ kJ. II. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - [3 \cdot (-601{,}7)] = +129{,}4$ kJ.

5.3. Magnezyum elde etmek için bu yöntem uygun değildir çünkü II. tepkime endotermiktir; ısı açığa çıkarmaz, tersine ısı ister. Demir ve krom oksitlerinin oluşum entalpileri Al_2O_3'ünkinden daha az negatif olduğu için alüminyum bu oksitlerden metal açığa çıkarırken ısı verir. 3 mol MgO'nun toplam oluşum entalpisi (−1805,1 kJ) ise Al_2O_3'ünkinden (−1675,7 kJ) daha negatiftir; MgO daha kararlı olduğu için alüminyum magnezyumu oksidinden ısı açığa çıkararak ayıramaz.

Yanlış cevap: Elementlerin (Al, Fe, Cr, Mg) oluşum entalpilerine sıfırdan farklı değer vermek; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; II. tepkimede MgO'nun katsayısını (3) kullanmamak (ör. −1675,7 + 601,7 = −1074,0 kJ bulmak); karışım kütlesini yalnızca Fe_2O_3'ün kütlesi (160 g) olarak almak; "Oluşum entalpisi en negatif olan oksit en kolay ayrışır." demek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

- 6.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = \Sigma n\Delta H^\circ_f$(ürünler) − $\Sigma n\Delta H^\circ_f$(tepkenler) bağıntısını doğru kurma: [3 · (−393,5) + 4 · (−285,8)] − [(−103,8) + 5 · 0] **(2 puan)**; işlem: −1180,5 − 1143,2 + 103,8 **(2 puan)**; sonuç: ΔH° = −2219,9 kJ **(1 puan)**.
- 6.2 **(5 puan)**: −2877,5 = [4 · (−393,5) + 5 · (−285,8)] − [$\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ + 0] eşitliğini kurma **(2 puan)**. −2877,5 = −1574 − 1429 − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ → $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ = −3003 + 2877,5 = −125,5 kJ/mol **(3 puan)**.
- 6.3 **(5 puan)**: Propan: 2219,9 ÷ 44 ≈ 50,5 kJ/g; bütan: 2877,5 ÷ 58 ≈ 49,6 kJ/g **(2 puan)**. 12 kg = 12 000 g; yalnızca propan: 12 000 · 2219,9 ÷ 44 ≈ 6,05 · 10^5 kJ; yalnızca bütan: 12 000 · 2877,5 ÷ 58 ≈ 5,95 · 10^5 kJ **(2 puan)**. Karşılaştırma: Propan yaklaşık %2 daha fazla ısı verir; iki gazın gram başına yanma ısıları birbirine çok yakın olduğu için tüpteki karışım oranı açığa çıkan ısıyı çok az değiştirir **(1 puan)**.
- 6.4 **(5 puan)**: ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−241,8)] − (−103,8) = −1180,5 − 967,2 + 103,8 = −2043,9 kJ **(2 puan)**. Su gaz hâlinde oluştuğunda açığa çıkan ısı 2219,9 − 2043,9 = 176 kJ daha azdır **(1 puan)**. Neden: Su buharının entalpisi sıvı sudan yüksektir ($\Delta H^\circ_f(H_2O(g)) > \Delta H^\circ_f(H_2O(s))$); 4 mol su buharı yoğunlaşsaydı açığa çıkacak 4 · 44 = 176 kJ ısı ürünlerde kalır. Ürünlerin fiziksel hâli tepkime entalpisini değiştirir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−285,8)] − [(−103,8) + 5 · 0] = −2323,7 + 103,8 = −2219,9 kJ.

6.2. −2877,5 = [4 · (−393,5) + 5 · (−285,8)] − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$. −2877,5 = −3003 − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$. Buradan $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ = −125,5 kJ/mol bulunur.

6.3. Propan: 2219,9 ÷ 44 ≈ 50,5 kJ/g. Bütan: 2877,5 ÷ 58 ≈ 49,6 kJ/g. 12 kg propan yaklaşık 12 000 · 50,45 ≈ 605 000 kJ, 12 kg bütan yaklaşık 12 000 · 49,6 ≈ 595 000 kJ ısı verir. Propan biraz daha fazla ısı verir ama fark çok küçüktür; bu nedenle tüpteki propan-bütan oranı tüpten elde edilen ısıyı çok az etkiler.

6.4. ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−241,8)] − (−103,8) = −2043,9 kJ. Bu değer −2219,9 kJ'den 176 kJ daha azdır. Su buharının potansiyel enerjisi sıvı sudan yüksektir. Su sıvı hâlde oluşsaydı buharın yoğunlaşmasıyla açığa çıkacak ısı, su buhar olarak kaldığında açığa çıkmaz. Bu nedenle ürünün fiziksel hâli tepkime entalpisini etkiler.

Yanlış cevap: Hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +2219,9 kJ bulmak; O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları kullanmamak; 6.2'de bütanın oluşum entalpisini işaret hatasıyla +125,5 kJ/mol bulmak; gram başına ısıyı molar kütleyle çarparak bulmak; 12 kg'ı grama çevirmemek; su buharı oluştuğunda daha fazla ısı açığa çıktığını yazmak ya da fiziksel hâlin tepkime entalpisini etkilemediğini söylemek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

7. Doğru cevap:

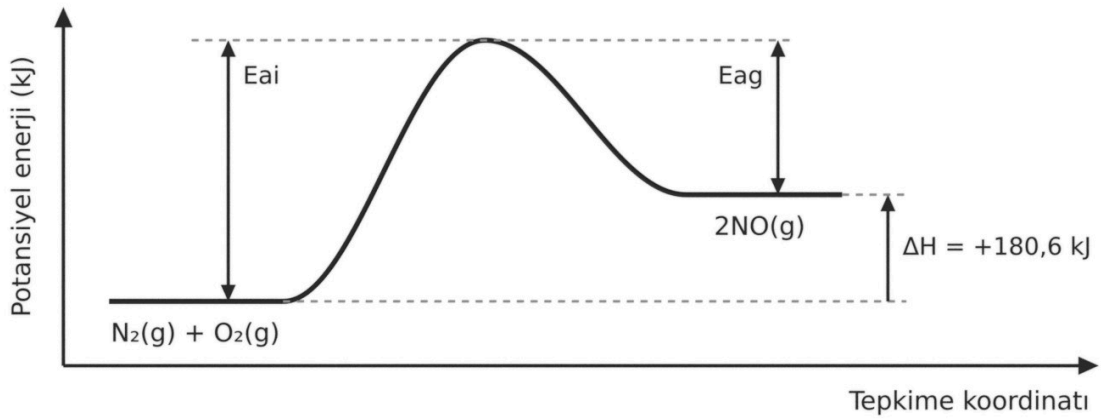
- 7.1 **(5 puan)**: Ürün oluşması için çarpışmanın etkin olması, yani moleküllerin uygun geometride ve eşik değerine eşit ya da ondan büyük kinetik enerjiyle çarpışması gerektiğini belirtme **(2 puan)**. N≡N ve O=O bağları çok güçlü olduğundan bu bağları kırmak için çok enerji gerektiğini, tepkimenin aktivasyon enerjisinin yüksek olduğunu belirtme **(2 puan)**. Oda sıcaklığında moleküllerin kinetik enerjisi eşik değerine ulaşmadığı için çarpışmaların etkin olmadığını açıklama **(1 puan)**.
- 7.2 **(5 puan)**: Tepkimenin yalnızca çok yüksek sıcaklıkta, yani moleküllere çok enerji sağlandığında gerçekleştiği çıkarımı **(2 puan)**. Sıcaklık arttıkça moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin ve eşik değerini aşan molekül sayısının arttığını, etkin çarpışmalarla NO oluştuğunu açıklama **(3 puan)**.
- 7.3 **(5 puan)**: Grafikte ürünün (2NO) tepkenlerden yüksek çizilmesi; E_{ai}, E_{ag} ve ΔH'nin doğru gösterilmesi **(3 puan)**. $E_{ai} > E_{ag}$ olduğunu belirtme **(1 puan)**. Endotermik tepkimenin sürmesi için sürekli enerji gerektiğini, gaz soğuyunca bu enerji sağlanmadığı için NO oluşumunun durduğunu açıklama **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

7.1. Ürün oluşması için moleküller uygun geometride ve eşik değerine ulaşan kinetik enerjiyle çarpışmalıdır. N≡N ve O=O bağları çok güçlü olduğundan bu bağları kırmak için çok enerji gerekir, yani aktivasyon enerjisi yüksektir. Oda sıcaklığında moleküllerin kinetik enerjisi bu eşiğe ulaşmadığı için çarpışmalar etkin olmaz.

7.2. Tepkime yalnızca sıcaklığın çok yüksek olduğu ortamlarda gerçekleşir. Sıcaklık arttıkça eşik değerini aşan molekül sayısı artar, etkin çarpışmalar olur ve NO oluşur.

7.3. Tepkime endotermik olduğundan ürünün potansiyel enerjisi tepkenlerinkinden yüksektir ve $E_{ai} > E_{ag}$'dir. Endotermik tepkimenin sürmesi için sürekli enerji gerekir; egzoz gazı soğuyunca bu enerji sağlanmadığı için yeni NO oluşmaz.



Yanlış cevap: "Azot ve oksijen birbirine hiç çarpmaz." demek; sıcaklık artışının aktivasyon enerjisini düşürdüğünü yazmak; grafikte ürünü tepkenlerden düşük çizmek ya da E_{ag}'yi E_{ai}'den büyük göstermek; endotermik tepkimenin kendiliğinden devam edeceğini söylemek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.