

## VI EDYCJA KONKURSU BIOTECHNOLOGICZNEGO ZADANIA NA I ETAP

---

### WAŻNE INFORMACJE

1. Wydrukuj dwustronnie treść zadań i w nagłówku nad numerem każdego zadania umieść imię i nazwisko
2. Do kartki/kartek z treścią zadania dołącz kartkę/kartki w formacie A4 z odpowiedzią. W niektórych zadaniach (np. w ZADANIU 1) odpowiedzi należy wstawić w treści zadania – czytaj uważnie.
3. Każda kartka zawierająca odpowiedź/rozwiązanie musi mieć na górze umieszczone imię i nazwisko uczestnika konkursu. Jeśli kartek z odpowiedzią na pojedyncze zadanie jest więcej niż jedna, to powinny być również ponumerowane. Zaznacz wyraźnie na które pytanie odpowiadasz.
4. Odpowiedzi mogą być napisane odręcznie (prosimy o czytelne pismo) lub wydrukowane (forma preferowana). Muszą być samodzielnie sformułowane. Procedura Kopiuj/Wklej jest niedopuszczalna. Pod każdym zadaniem podano przykładowe źródła wiedzy, zachęcamy jednak do szerszych poszukiwań.
5. Przesyłanie rozwiązań zadań:
  - a) W formie elektronicznej - w formacie pdf na adres: [konkurs.biotechnologiczny@pw.edu.pl](mailto:konkurs.biotechnologiczny@pw.edu.pl)
  - b) W formie papierowej - uporządkuj kartki (zadanie 1-odpowiedź, zadanie 2-odpowiedź, itd.) – prosimy, abyś zrobił(a) to tak, aby każde zadanie wraz z odpowiedzią było oddzielną całością (bardzo ułatwi nam to sprawdzanie). Włóż do koperty i wyślij pocztą na adres:

Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej  
ul. Noakowskiego 3  
00-664 Warszawa  
Z dopiskiem: KONKURS BIOTECHNOLOGICZNY

Termin nadsyłania odpowiedzi (w obu formach): do **31 stycznia 2023 r.** Liczy się data stempla pocztowego.

**Nie zapomnij zarejestrować się najpóźniej do 31.01.2023 r. za pomocą formularza zgłoszeniowego VI edycji, dostępnego na stronie Konkursu**

<http://www.konkursbiotechnologiczny.ch.pw.edu.pl/index.php/zgloszenie-uczestnictwa/>

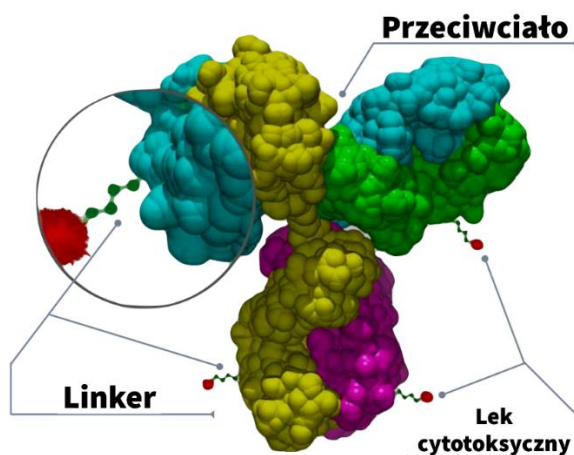
*Życzymy dobrej zabawy przy rozwiązywaniu zadań  
i sukcesu!!!*

*Komitet Organizacyjny  
VI Konkursu Biotechnologicznego*



### ZADANIE 1 (10 pkt)

Koniugaty przeciwciało-lek (ang. antibody-drug conjugates) stanowią klasę leków chemioterapii celowanej (wykazującej wyższą toksyczność względem komórek nowotworowych, w przeciwieństwie do chemioterapii klasycznej). Koniugat składa się z przeciwciała chemicznie połączonego przez linkery z lekiem cytotoksycznym. Z jednym przeciwciałem wiąże się zazwyczaj od 2 do 8 cząsteczek leku. Przez stechiometrię, która wymusza niski masowy udział leku w masie całej cząsteczki, cytotoxyczność zastosowanych substancji cytotoksycznych musi być znacząca.

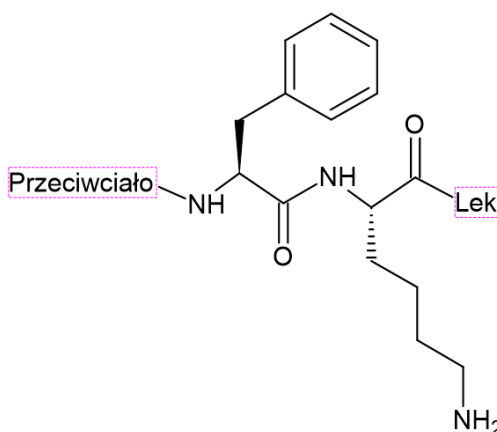


Źródło: [commons.wikimedia.org/wiki/File:Antibody-drug\\_conjugate\\_structure.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antibody-drug_conjugate_structure.svg)

Mechanizm działania tej klasy leków polega na selektywnym związaniu się przeciwciała do antygenu na powierzchni komórki nowotworowej, endocytozie, a następnie lizie, w wyniku której dochodzi do uwolnienia aktywnej formy leku cytotoksycznego, który ma doprowadzić do apoptozy.

#### Pytania:

- A. Poniżej przedstawiono linker PheLys. Narysuj wzory strukturalne produktów hydrolizy tego linkera. (1pkt.)



- B. Jakie cechy powinien mieć rozszczepialny (ang. *cleavable*) linker? Podkreśl poprawne odpowiedzi: **(1pkt.)**

**stabilny w krwiobiegu; stabilny w środowisku lizosomu; wysoka ekspresja na komórkach nowotworowych; degradowe w środowisku cytozolu; rozszczepialny przez proteazy; wysoko cytotoksyczny;**

- C. Dlaczego leków używanych w koniugatach nie można podać samodzielnie? **(1 pkt.)**

- D. Uzupełnij zdania dotyczące przeciwciał: **(1 pkt.)**

Mała, dostępna część antygeny rozpoznawana przez przeciwciało to .....Pojedyncze przeciwciało (monomer) ma kształt ..... i jest zbudowane z ..... łańcuchów polipeptydowych, połączonych wiązaniami .....  
Rozróżniamy dwa typy łańcuchów: ..... (L) i ..... (H).

- E. Dlaczego koniugaty charakteryzują się mniejszą toksycznością wobec komórek zdrowych? Odpowiedź uzasadnij. **(1 pkt.)**

- F. Które aminokwasy z wymienionych poniżej, znajdujące się w sekwencji peptydowej przeciwciała, umożliwiają przyłączanie linkerów do łańcucha bocznego? Narysuj wzory szkieletowe tych aminokwasów i zaznacz fragment cząsteczki odpowiadający za takie przyłączenie. **(2 pkt.)**

**izoleucyna; walina; cysteina; alanina; lizyna**

- G. Wymień co jeszcze (oprócz leku małcząsteczkowego), można związać z przeciwciałem, aby uzyskać efekt terapeutyczny? Podaj 3 przykłady. **(3 pkt.)**

### **Źródła wiedzy:**

<https://aacrjournals.org/mcr/article/18/1/3/90017/Antibody-Drug-Conjugates-A-Comprehensive>

<https://www.adcreview.com/the-review/what-are-antibody-drug-conjugates/>

## ZADANIE 2 (10 pkt)

W 2001 r. w dwóch prestiżowych czasopismach naukowych, Nature i Science, ukazały się wstępne wyniki zsekwencjonowania ludzkiego genomu opublikowane przez międzynarodowe konsorcjum, International Human Genome Sequencing Consortium (IHGSC), oraz prywatną korporację, Celera Genomics. Historia rozpoczęła się w 1990, kiedy dwie rządowe instytucje: Departament Energii USA oraz Narodowy Instytut Zdrowia przeznaczyły na projekt HUGO (Human Genome Project) 3 mld dolarów. Zakładano, że zsekwencjonowanie całego ludzkiego genomu zajmie 15 lat – do 2005 roku. Dzięki temu, że do projektu włączyli się naukowcy z całego świata oraz że nastąpił w tym czasie znaczny postęp w technice automatycznego sekwencjonowania, 14 kwietnia 2003 roku opublikowano dokument stwierdzający zakończenie sekwencjonowania 99% genomu z trafnością 99,99%. Sekwencjonowanie ludzkiego genomu w ramach projektu HUGO wykorzystywało technikę opracowaną w 1977 roku przez Fredericka Sangera. Technika ta, zwana również metodą dideoksy lub metodą terminacji łańcucha, zdominowała świat sekwencjonowania DNA na następne 30 lat. Obecnie należy do technik pierwszej generacji. W 1996 r. Ranaghi, Uhlen i Nýren przedstawili nową, rozpowszechnioną przez firmę Illumina technikę pirosekwencjonowania, która znacznie zwiększyła możliwości sekwencjonowania całych genomów (był to początek następnej generacji technik sekwencjonowania – next generation sequencing, NGS). Trzecia generacja technologii sekwencjonowania pozwala na jednoczesne sekwencjonowanie milionów fragmentów DNA. Obecnie genom ludzki można zsekwencjonować w kilka dni za ok. 600 \$, a rekord szybkości wynosi 5 godzin i 2 minuty.

### Pytania:

- A. Przedstaw założenia i wyjaśnij szczegółowo mechanizm sekwencjonowania DNA metodą Sangera oraz napisz, w jaki sposób w tej metodzie można odczytać uzyskiwane sekwencje (posłuż się rysunkami/zdjęciami) (5 pkt.)
- B. Jakie są podstawowe różnice między metodą Sangera, a:
- 1) Metodą pirosekwencjonowania (1 pkt.)
  - 2) Metodą sekwencjonowania nanoporowego (1 pkt.)
- C. Jakie znaczenie ma rozwój technik sekwencjonowania DNA i RNA w nauce i medycynie? Opisz w 5-10 zdaniach. (3 pkt.)

### Źródła wiedzy:

- Ahmadian A, Ehn M. and Hober S. (2006) Pyrosequencing: history, biochemistry and future, Clinica Chimica Acta 363: 83–94.
- Satyr A, Żmieńko A (2020) Sekwencjonowanie nanoporowe i jego zastosowanie w biologii. Postępy Biochemii 66 (3): 193, [https://doi.org/10.18388/pb.2020\\_328](https://doi.org/10.18388/pb.2020_328)
- <https://www.youtube.com/watch?v=WdTX1yykLks>
- <https://www.youtube.com/watch?v=fCd6B5HRaZ8>
- <https://the-dna-universe.com/2020/11/02/a-journey-through-the-history-of-dna-sequencing/>
- <https://genetyka.bio/o-sekwencjonowaniu-slow-kilka/>
- <https://med.stanford.edu/news/all-news/2022/01/dna-sequencing-technique.html>
- [https://rcin.org.pl/Content/69093/PDF/POZN271\\_90338\\_biotechnologia-2010-no4-kotowska.pdf](https://rcin.org.pl/Content/69093/PDF/POZN271_90338_biotechnologia-2010-no4-kotowska.pdf)



### ZADANIE 3 (10 pkt)

Badania paleontologiczne obejmują między innymi metody datowania znalezionych skamielin i organizmów. Datowanie pozwala (z pewnymi ograniczeniami) ustalić ramy czasowe, w których pewne zdarzenia i etapy ewolucji miały miejsce. Połączenie wielu rodzajów metod badawczych, takich jak biologia molekularna (zsekwencjonowanie genomu neandertalczyka przez laureata tegorocznej nagrody Nobla, Svantego Pääbo) z metodami datowania (odkrycie metody radiowęglowej przez Wilarda Libby'ego, laureata nagrody Nobla z 1960 r.) pozwalają między innymi na wykazanie współzystowania gatunków w dalekiej przeszłości.

#### Pytania:

- A. Wyjaśnij na czym polega datowanie wieku organizmów metodą radiowęglową. Czy jest ona dokładna? (3 pkt.)
- B. Na czym polega wyznaczenie krzywej kalibracyjnej w datowaniu radiowęglowym? Dlaczego jest to ważne? (3 pkt.)
- C. Jakie znasz inne metody datowania próbek biologicznych? (2 pkt.)
- D. Co to jest okres połowicznego rozpadu? Ile jąder izotopu  $^{14}\text{C}$  pozostanie po 2000 lat, jeśli początkowo było ich 10000? Przyjmij wartość czasu połowicznego rozpadu  $^{14}\text{C}$  bez uwzględnienia błędu pomiarowego. (2 pkt.)

#### Źródła wiedzy:

- Hajdas, I., Ascough, P., Garnett, M.H. et al. Radiocarbon dating. Nat Rev Methods Primers 1, 62 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43586-021-00058-7>
- <https://theconversation.com/explainer-what-is-radiocarbon-dating-and-how-does-it-work-9690>
- <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01499-y>

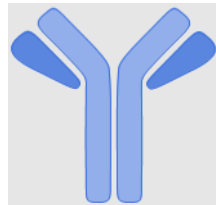




#### ZADANIE 4 (10 pkt.)

Biosensor jest urządzeniem składającym się z warstwy receptorowej, którą stanowią biologicznie aktywne cząsteczki m.in. enzymy czy kwasy nukleinowe oraz części przetwornikowej, która przekształca sygnał chemiczny na sygnał użyteczny analitycznie. Na przestrzeni kilkudziesięciu lat opracowane zostały liczne układy biosensorowe np. w postaci testów ciążowych czy glukometru. Po zakończeniu studiów biotechnologicznych zostałeś zatrudniony w firmie zajmującej się projektowaniem układów biosensorowych. Twoim zadaniem jest opracowanie biosensora do wykrywania biomarkera białkowego HER2, którego podwyższone stężenie wskazuje na rozwój nowotworu piersi. W wyniku przeprowadzonej w zespole dyskusji zdecydowano o przygotowaniu biosensora elektrochemicznego. Jako osoba odpowiedzialna za projekt masz za zadanie opracowanie warstwy receptorowej biosensora. Do dyspozycji otrzymałeś/łaś następujące elementy:

- przeciwciało specyficzne wobec biomarkera HER2



- sekwencję DNA specyficzną wobec biomarkera HER2 (aptamer), która zawiera modyfikację w postaci cząsteczki błękitu metylenowego (o właściwościach redoks) na końcu 3'



- powierzchnię złota – stanowiącą przetwornik

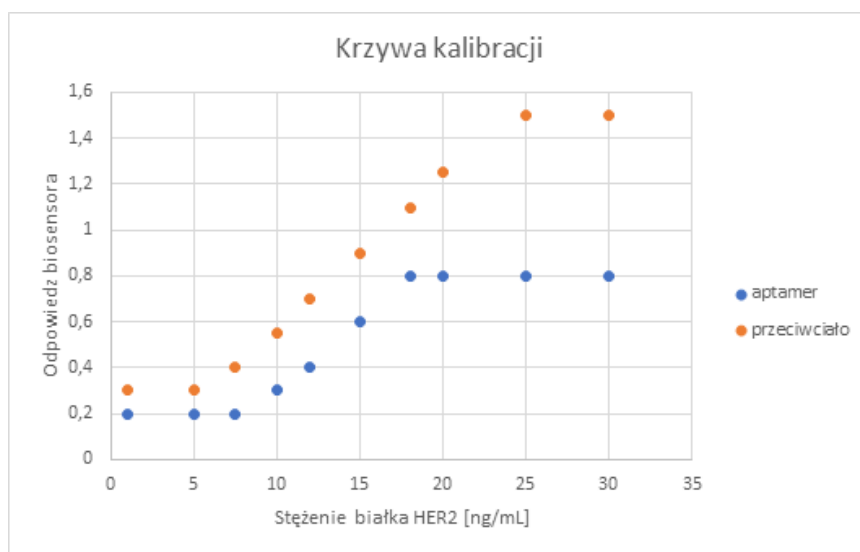


- białko HER2



## Pytania:

- A. Zaproponuj (poprzez schematyczne narysowanie i podpisanie poszczególnych elementów) w jaki sposób możliwe byłoby skonstruowanie warstwy receptorowej i wyjaśnij sposób jej działania oraz jak może być wygenerowany sygnał analityczny? Czy konieczne jest wykorzystanie wszystkich podanych elementów? Jeśli nie, uzasadnij odpowiedź. Co jest istotne podczas projektowania warstwy receptorowej? (5 pkt.)
- B. W wyniku dalszych prac nad projektem wykorzystano biosensory zawierające warstwę receptorową złożoną albo **tylko z aptamerów** (jednoniciowych sekwencji DNA lub RNA, które w wyniku oddziaływania z analitem zmieniają swoją konformację) lub **tylko z przeciwciał**. W wyniku prowadzonych prac uzyskano krzywe kalibracji dla każdego z opracowanych biosensorów. Na podstawie poniższego wykresu określ (3 pkt):



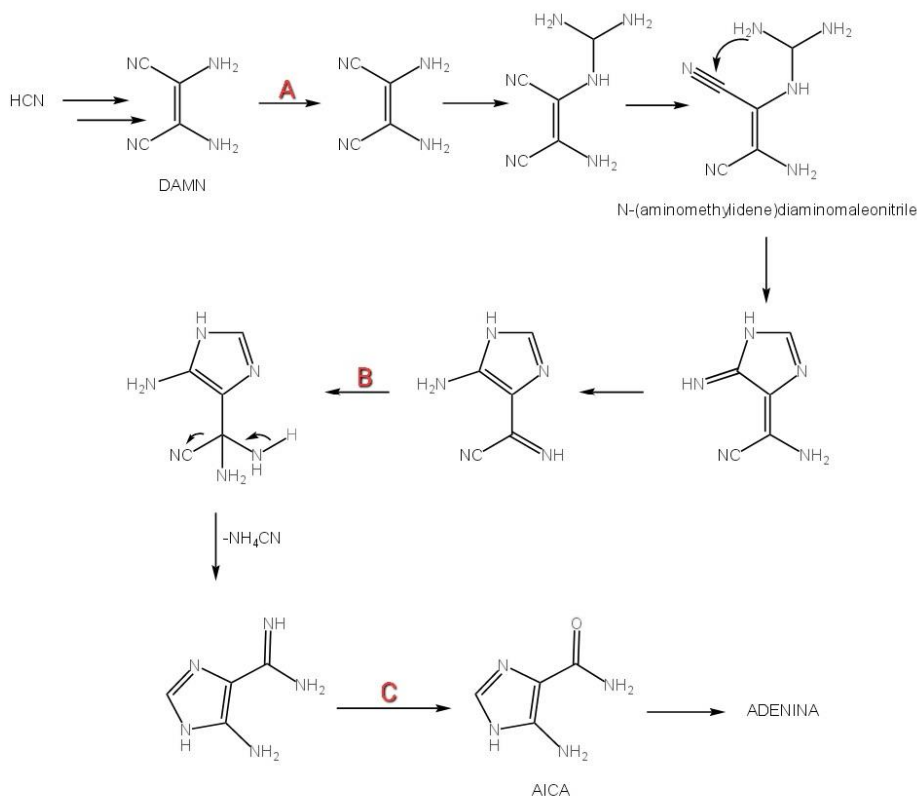
- a) Zakres odpowiedzi liniowej oraz dolną granicę detekcji dla każdego z opracowanych biosensorów
- b) Który biosensor i dlaczego miałby lepsze zastosowanie do badania próbek krwi pochodzących od pacjentów?
- C. Jakie mogą być ograniczenia zastosowania biosensorów podczas analizy próbek rzeczywistych np. krwi pacjenta? (2 pkt.)

## Źródła wiedzy:

- "Mikrobioanalitka" pod redakcją Z. Brzózki, Oficyna Wydawnicza PW, 2009
- „Sensory chemiczne i biosensory” pod redakcją Z. Brzózka, E. Malinowska, W. Wróblewski, wydawnictwo PWN, 2022
- "PODSTAWY KONSTRUKCJI BIOSENSORÓW DO BADAŃ BIOTECHNOLOGICZNYCH"  
<https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiC-IvT3rX7AhU5CBAIHT3hCL0QFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fkosmos.ptpk.org%2Findex.php%2Fkosmos%2Farticle%2Fdownload%2F2554%2F2599%2F4156&usg=AOvVaw1HWG-V0tBuYs-Hifi6fhBa>
- <http://www.e-biotechnologia.pl/artykuly/biosensory/>

### ZADANIE 5 (15 pkt.)

Nie ulega wątpliwości, że początki życia na Ziemi powiązane są z RNA. Według jednej z teorii naukowych poszczególne składowe tego kwasu nukleinowego powstały w wyniku szeregu reakcji z HCN. Schemat otrzymywania jednego z nukleotydów – adeniny zapisano poniżej:



- A. Narysuj wzór elektronowy cyjanowodoru. Zidentyfikuj substraty **A**, **B**, **C** (nazwa lub wzór). Podaj nazwę reakcji prowadzącej od bezpośredniego prekursora do produktu przejściowego o nazwie 5-karboksyamid-4-amino-imidazol (AICA). (2 pkt.)

Jednym z ostatnich przełomowych odkryć, związanych z kwasami nukleinowymi, były badania dotyczące genomów wymarłych człowiekowatych i ewolucji *Homo sapiens* przez Svante Pääbo. Szwedzki naukowiec za swoje dokonania w 2022 roku otrzymał Nagrodę Nobla z dziedziny fizjologii i medycyny. Jego pierwszym dużym osiągnięciem było sklonowanie materiału genetycznego 2,5-tysięcznej mumii w 1985 roku.

- B. Opisz w 5 zdaniach metodę klonowania materiału genetycznego opartą na enzymach restrykcyjnych (2 pkt.)

Materiał genetyczny pod wpływem czynników zewnętrznych jest narażony na zmiany, które nazywamy mutacjami. Jednym z czynników mutagennych może być promieniowanie ultrafioletowe. Oddziałuje ono na DNA zarówno pośrednio jak i bezpośrednio. Światło UV katalizuje reakcję cykloaddycji (2+2) między położonymi obok siebie w jednej nici DNA tyminami. Ultrafiolet odpowiada także za reakcję powstawania wolnych rodników.

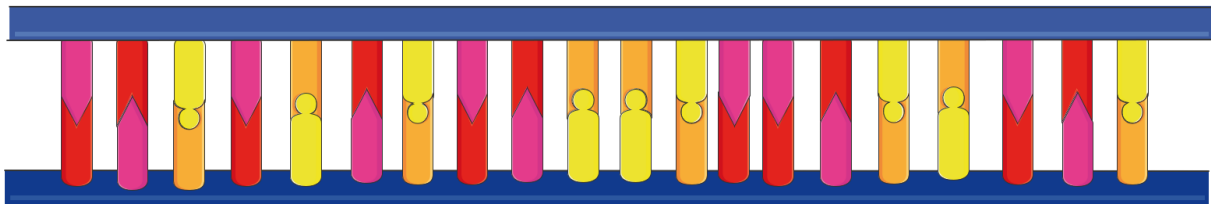
Wytworzone w ten sposób rodniki reagują z guaniną, doprowadzając do utworzenia pierścienia między węglem C6 deoksyrybozy oraz węglem C8 guaniny.

- C. Zapisz reakcję syntezy czteroczłonowego pierścienia zachodzącą pomiędzy tyminami znajdującymi się obok siebie w łańcuchu DNA (2 pkt.)
- D. Zapisz produkt reakcji nukleozydu guaninowego z rodnikiem HO<sup>•</sup> (1 pkt.)
- E. Podaj co najmniej 3 bezpośrednie skutki spontanicznych reakcji opisanych powyżej. (2 pkt.)

Z upływem czasu zmiany w genomie akumulują się. Ich przyrost zaczyna być wykładniczy, bo systemy naprawcze komórek przestają prawidłowo funkcjonować. Zmiany w obrębie DNA zaczynają być coraz bardziej losowe, co wynika z braku korekcji błędów po spontanicznych reakcjach chemicznych. Błędy polegają zazwyczaj na zmianach grup funkcyjnych w nukleotydach.

- F. Podaj możliwą przyczynę pogorszenia się wydajności systemów naprawy DNA. (1 pkt.)
- G. Przykładami spontanicznych reakcji są deaminacja i depurynacja. Opisz na czym polegają oraz podaj jakie towarzyszą im skutki? (2 pkt.)
- H. Wybierz, które z poniższych fragmentów DNA mogą być produktami replikacji wyjściowego fragmentu DNA, w którym zaszła maksymalnie jedna mutacja. Podaj jaka mutacja zaszła. (3 pkt.)

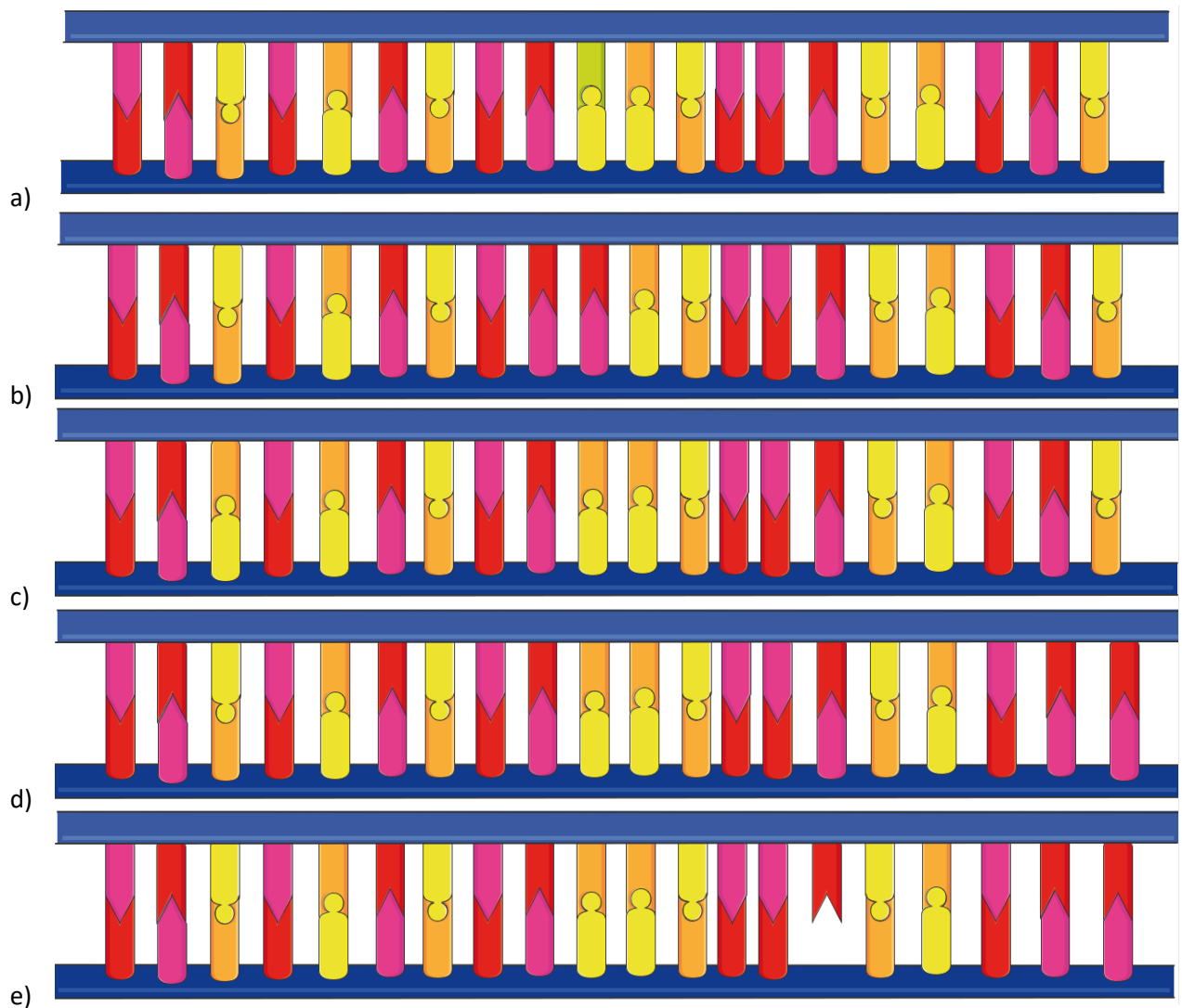
Wyjściowy fragment DNA:



Legenda:



Potencjalne produkty pierwszej rundy replikacji zmutowanego DNA:



**Źródła wiedzy:**

- Yadav, Mahipal & Kumar, Ravi & Krishnamurthy, Ramanarayanan. (2020). Chemistry of Abiotic Nucleotide Synthesis. Chemical Reviews. XXXX. 10.1021/acs.chemrev.9b00546
- <https://www.nature.com/scitable/topicpage/genetic-mutation-1127/>
- [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Cell\\_and\\_Molecular\\_Biology/Book%3A\\_Basic\\_Cell\\_and\\_Molecular\\_Biology\\_\(Bergtrom\)/09%3A\\_Details\\_of\\_DNA\\_Replication\\_and\\_Repair/9.03%3A\\_DNA\\_Repair](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Cell_and_Molecular_Biology/Book%3A_Basic_Cell_and_Molecular_Biology_(Bergtrom)/09%3A_Details_of_DNA_Replication_and_Repair/9.03%3A_DNA_Repair)



## ZADANIE 6 (15 pkt.)

Choroby genetyczne możemy podzielić na jednogenowe, chromosomalne i wieloczynnikowe. Wszystkie jednak są wynikiem mutacji w DNA. Mutacje możemy podzielić ze względu na: rodzaj komórek jakich dotyczą – mutacje somatyczne i generatywne; przyczynę ich powstania – spontaniczne i indukowane; poziom organizacji materiału genetycznego, w którym doszło do zmian – genowe i chromosomalne.

### Pytania:

- A. Poniżej podano kilka chorób jednogenowych. Do każdej z nich przypisz białko, które jest kodowane przez zmutowany gen oraz wyjaśnij jaką funkcję to białko pełni. Napisz na których chromosomach leżą zmutowane geny. (2 pkt.)

- 1) mukowiscydoza
- 2) dystrofia mięśniowa Duchesne'a
- 3) płasawica Huntingtona
- 4) fenyloketonuria
- 5) albinizmy
- 6) zespół Aperta
- 7) zespół Marfana

- B. Podaj 5 chorób genetycznych wynikających z aberracji liczby chromosomów. Określ jakim modyfikacjom ulega karyotyp w podanych chorobach. Które z wymienionych poniżej objawów występują w tych chorobach? – dopisz odpowiednie objawy do wypisanych chorób. (2 pkt.)

- 1.nieprawidłowości w budowie twarzy; 2.upośledzenie umysłowe w różnym stopniu;
- 3.polidaktylia; 4.wysypka; 5.zapalenie stawów; 6.niepłodność; 7.obniżone napięcie mięśni;
- 8.chroniczne zmęczenie 9.powiększone węzły chłonne; 10.rozszerzenie wargi i podniebienia;
- 11.stany lękowe 12.mała masa urodzeniowa; 13.wady serca
- 14.ginekomastia; 15.nadmiar skóry na szyi

Wskazówka: niektóre objawy mogą pasować do wielu chorób, a inne do żadnej

- C. Podaj rodzaje mutacji genowych i krótko je scharakteryzuj. Czy jedna choroba genetyczna jednogenowa zawsze jest wynikiem tego samego rodzaju mutacji? Podaj dwa przykłady uzasadniające odpowiedź. (2 pkt.)
- D. Na podstawie rodowodu określ sposób dziedziczenia danej choroby genetycznej (na rodowodach nie oznaczono nosicielstwa choroby). Podaj przykład choroby dziedziczonej w ten sposób. Zaznacz kropką osoby na rodowodzie, które są nosicielami. Dla każdego sposobu określ prawdopodobieństwo urodzenia się zdrowego dziecka w przypadku, gdy oboje rodziców jest chorych (rozważ WSZYSTKIE przypadki). (8 pkt.)

Legenda:

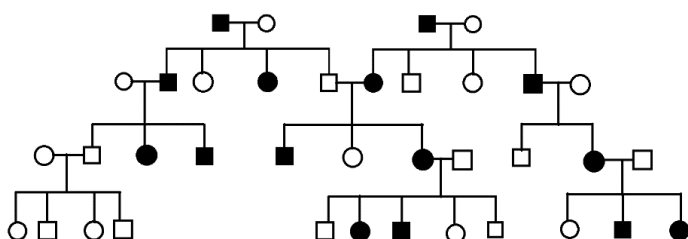
□ zdrowy mężczyzna

○ zdrowa kobieta

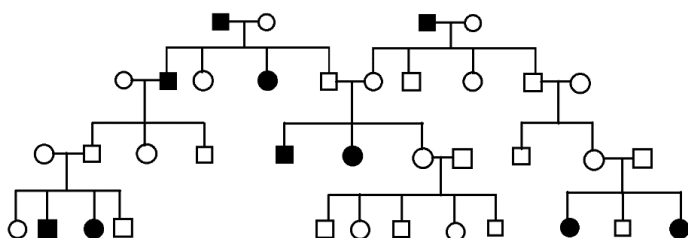
■ chory mężczyzna

● chora kobieta

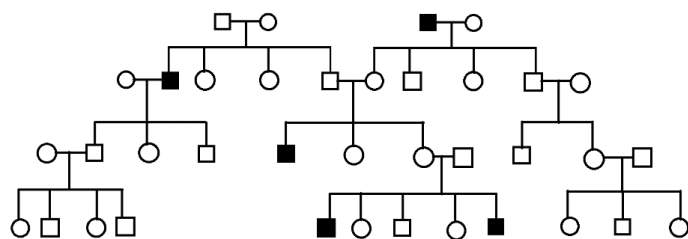
1)



2)

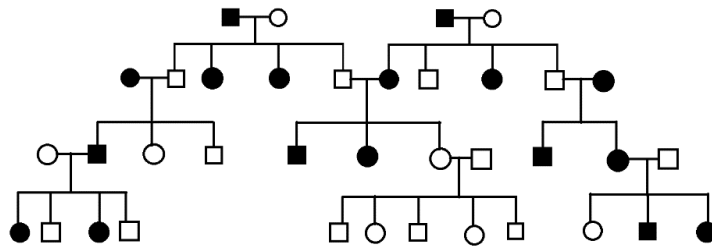


3)





4)



E. Podkreśl nazwy chorób wieloczynnikowych. (1 pkt.)

**cukrzyca; zespół Tourette’a; choroba Alzheimera; choroba Leśniewskiego-Crohna; dur brzuszny; choroba Parkinsona; choroba Heinego-Medina; listerioza; choroba Creutzfeldta-Jakoba**

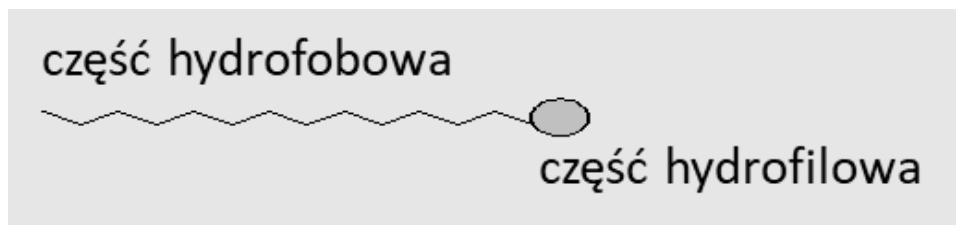
**Źródła wiedzy:**

- <http://www.e-biotechnologia.pl/artykuly/choroby-genetyczne/>
- <https://zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DstVuWtH3>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/>
- Krótkie wykłady Genetyka H.Fletcher I.Hickey



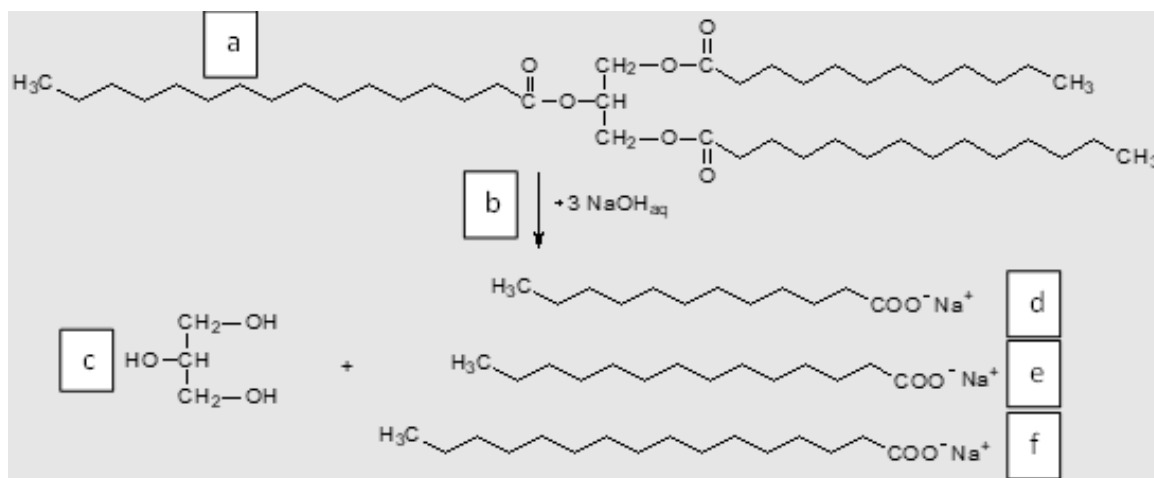
**ZADANIE 7 (10 pkt.)**

Na poniższym rysunku przedstawiono schemat budowy związku amfifilowego.



Część hydrofilowa takiej cząsteczki rozpuszcza się w wodzie i rozpuszczalnikach polarnych („lubi wodę”), część hydrofobowa rozpuszcza się w organicznych rozpuszczalnikach niepolarnych, w olejach i tłuszczach naturalnych i syntetycznych („nie lubi wody”). Związki o takiej budowie są niezbędne do produkcji proszków i płynów do prania, niezliczonych artykułów do mycia i czyszczenia oraz większości kosmetyków. Nie może się bez nich obejść przemysł spożywczy, farmaceutyczny, chemiczny, papierniczy, włókienniczy, budowlany i wiele innych dziedzin działalności człowieka. Błony komórkowe wszystkich organizmów żywych są zbudowane z naturalnych związków o budowie amfifilowej.

Przeprowadzono następującą reakcję:



## Pytania:

A. Wpisz nazwy substratów i produktów do tabelki (1,5 pkt):

	Nazwa systematyczna	Nazwa powszechnie używana
a		
b		
c		
d		
e		
f		

B. Substrat a jest jednym z wielu związków należących do tej samej grupy chemicznej - mogą one różnić się szczegółami budowy łańcuchów węglowodorowych. Jak je się otrzymuje/ pozyskuje? Czy substrat a może skręcać płaszczyznę światła spolaryzowanego? Odpowiedź krótko uzasadnij (1 pkt.)

C. Jakie zastosowanie praktyczne może mieć: mieszanina poreakcyjna złożona ze związków c, d, e i f oraz każdy z otrzymanych związków osobno wydzielony i oczyszczony? Odpowiedz w trzech, czterech zdaniach. (1 pkt.)

D. Zaznacz część hydrofilową i część hydrofobową cząsteczki we wzorach związków d, e, f (0,5 pkt.)

E. Niewielką próbkę związku d, e, f (lub ich mieszaninę) rozpuszczono w wodzie, dodano kroplę alkoholowego roztworu fenoloftaleiny, otrzymano czerwono-purpurowy roztwór. Kontrolnie rozpuszczono w wodzie (w dwóch oddzielnych probówkach)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  i  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  i dodano po kropli roztworu fenoloftaleiny. Co zaobserwowano? Narysuj reakcje jakie zachodziły w probówkach w każdym przypadku. (Pisanie wzoru i równań reakcji fenoloftaleiny można pominąć i opisać zachodzący proces słowami.) (1,5 pkt.)

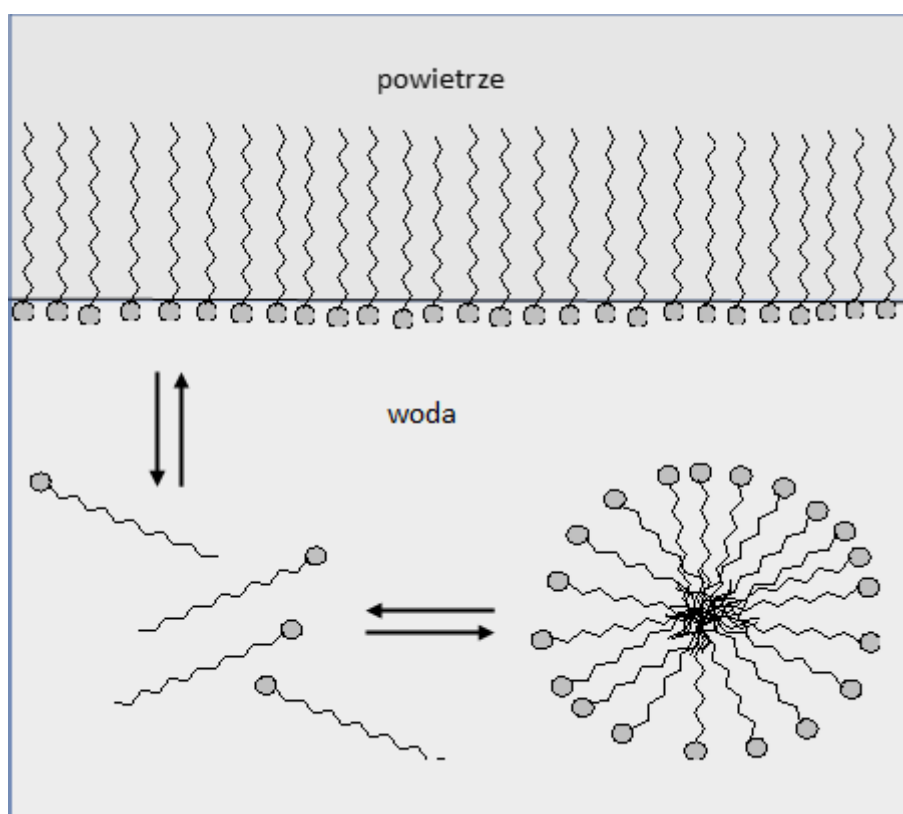
F. Poniżej podano nazwy dziesięciu ugrupowań występujących w cząsteczkach związków amfifilowych:

grupa hydroksylowa, butylowa, reszta glukozy, grupa dodecyłowa, karboksylowa, heksadecylowa, sulfonowa, decylofenyłowa, oksyetylenowa, siarczanowa.

Umieść je we właściwych kolumnach tabelki (1 pkt):

Grupy hydrofobowe	Grupy hydrofilowe

G. Na poniższym rysunku przedstawiono różne formy występowania związków amfifilowych w roztworach wodnych:



Cząsteczki takich związków dodane do wody samorzutnie gromadzą się na granicy faz woda - powietrze. Część hydrofilowa każdej cząsteczki zachowa kontakt z wodą, część hydrofobowa, nierozpuszczalna w wodzie, będzie preferowała kontakt z resztami hydrofobowymi sąsiednich cząsteczek poza fazą wodną. Analogiczną sytuację obserwujemy w przypadku miceli, kulistych tworów, w których części hydrofilowe stanowiące powierzchnię miceli współdziałają z cząsteczkami wody, a części hydrofobowe preferują swoje sąsiedztwo w jej wnętrzu.

- Jak rozpuszczenie w wodzie związku amfifilowego wpływa na właściwości fizykochemiczne powstałego roztworu. Czy obserwujemy takie zjawiska w życiu codziennym? Odpowiedz w czterech zdaniach (1,5 pkt)
- Narysuj podobny rysunek przedstawiający równowagi pomiędzy różnymi formami występowania cząsteczek amfifilowych w roztworze heksanu. (1 pkt.)

- H. Z danych eksperymentalnych wynika, że w celu obniżenia napięcia powierzchniowego wody z 72,8 mN/m do 50 mN/m można do wody dodać etanol w ilości takiej, aby uzyskać 2,03 M roztwór lub n-heksanol w ilości takiej, aby uzyskać roztwór 0,02 M. Dysponując dwiema kolbami miarowymi o objętości 50 cm<sup>3</sup>, wodą destylowaną i próbkami wymienionych alkoholi oblicz, ile należy odważyć etanolu i ile n-heksanolu, aby przygotować dwa roztwory o podobnym napięciu powierzchniowym 50 nN/m. (1 pkt.)

**Literatura uzupełniająca:**

- Kobiela T.(red), *Laboratorium badania surowców i form kosmetycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2022
- Zieliński R., *Surfaktanty budowa właściwości zastosowania*, Wydawnictwo UEP, Poznań 2017

### ZADANIE 8 (10 pkt.)

Z danych GUS wynika, że w 2020 roku z gospodarstw domowych zebrano 11,3 mln ton odpadów komunalnych [1]. Wśród nich znajdują się odpady biologiczne, które mogą być przetwarzane w domach każdego z nas. Coraz popularniejsze stają się filozofie typu zero waste, które dążą do ograniczania wytwarzania odpadów. Bardzo znaną postacią w tym środowisku jest Bea Johnson, która razem z 3-osobową rodziną potrafi zmieścić wszystkie roczne odpady w jednym słoiku.

Biotechnologia jest bardzo pomocna w kwestii przetwarzania odpadów roślinnych, istnieją reakcje, które każdy z nas może przeprowadzić w swoim domu. Jednym ze sposobów jest między innymi wytwarzanie octu jabłkowego z pozostałości po jabłkach - obierków oraz ogryzków.

#### Pytania:

- A. Zaplanuj proces wytwarzania octu jabłkowego w swoim domu. Napisz instrukcję prowadzącą do otrzymania octu jabłkowego. Wypisz potrzebne składniki oraz sprzęty. **(3 pkt.)**
- B. Napisz reakcje zachodzące w trakcie wytwarzania octu jabłkowego. **(2 pkt.)**
- C. Dlaczego resztki jabłek są dobrym surowcem do wytworzenia octu? Zaproponuj dwa inne surowce odpadowe mogące służyć do wytworzenia octu. **(2 pkt.)**
- D. Opisz w 3 zdaniach inny, powszechnie znany biotechnologiczny sposób przetwarzania odpadów roślinnych w domach. Napisz reakcje, które zachodzą w danym procesie oraz najważniejsze parametry jakie należy zapewnić. **(3 pkt.)**

#### Źródło wiedzy:

1. [https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5484/12/3/1/ochrona\\_srodowiska\\_w\\_2020\\_r..docx.pdf](https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5484/12/3/1/ochrona_srodowiska_w_2020_r..docx.pdf)





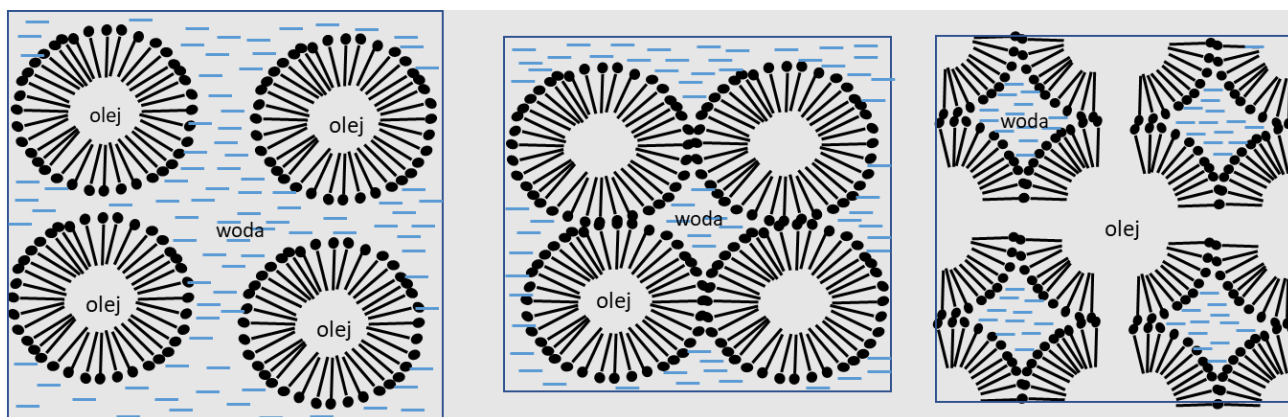
### ZADANIE 9 (10 pkt.)

Czy wiecie, że największy udział w sprzedaży kosmetyków, mają te do pielęgnacji skóry? Według raportu PKO z sierpnia 2021 wynosi on około 42%, podczas gdy drugie miejsce zajmują wody toaletowe osiągając niespełna 8% [1]. A może wcale Was to nie dziwi, biorąc pod uwagę fakt, że skóra to największy organ człowieka? Warto też dodać, że cały rynek kosmetyków charakteryzuje się relatywną stabilnością nawet w czasach kryzysów [1].

Być może zdarzyło się Wam analizować skład kosmetyku i zastanawiać dlaczego nazwy komponentów nie są zapisane w języku polskim? Branża kosmetyczna posiada swój własny system nazewnictwa składników kosmetycznych – INCI (ang. International Nomenclature of Cosmetic Ingredients). System ten ujednolica nazewnictwo składników kosmetycznych w Unii Europejskiej, USA i wielu innych krajach świata. Nazwy INCI składników kosmetyków są najczęściej powiązane z angielskimi nazwami odpowiednich związków chemicznych. Substancje naturalne pozyskane z mikroorganizmów, roślin i tkanek zwierzęcych oznaczają się łacińskimi nazwami systematycznymi organizmów, z których one pochodzą.

#### Pytania:

- A. Większość kosmetyków z fizykochemicznego punktu widzenia jest emulsją, ponieważ w przypadku tych produktów, istotne jest zamknięcie w jednej formie składników o skrajnie różnych właściwościach. Wyjaśnij czym jest emulsja O/W oraz W/O i podaj po jednym przykładzie dla każdej z nich. (2 pkt.)
- B. Emulgatory to niezbędne składniki wszystkich emulsji, są związkami powierzchniowo czynnymi o amfifilowej budowie. Ich zadaniem jest zmniejszenie napięcia międzyfazowego, dzięki czemu zapewniają stabilizację układu emulsji.



Nazwij i opisz proces przedstawiony na powyższym rysunku. Dorysuj ostatni etap procesu zapoczątkowanego przez dodawanie oleju do emulsji typu O/W (1 pkt.)

C. Uzupełnij tabelę poprzez wpisanie poniższych składników przykładowej formułacji w odpowiednie miejsca. Układu tabeli nie należy modyfikować. (3 pkt.)

- a. Panthenol
- b. Glyceryl Stearate
- c. Cetareth-20
- d. *Vitis vinifera*
- e. Octylo dodecanol
- f. Propylene Glycol
- g. Aqua
- h. Cetyl alcohol
- i. Tocopheryl Acetate
- j. Glycerin
- k. Propylparaben

Faza wodna	Faza olejowa
<b>Emulgatory</b>	
<b>Konserwant</b>	

D. Jednym z parametrów wyznaczanych dla emulgatorów jest HLB - stała równowagi hydrofilowo-lipofilowej (ang. *hydrophilic-lipophilic balance*). Oblicz HLB dla Cetareth-20. Zwróć uwagę na fakt, że ten niejonowy emulgator został otrzymany z mieszaniny zawierającej 60% alkoholu stearylowego i 40% alkoholu cetylowego w reakcji, w której na każdy mol grupy OH przypadało 20 moli tlenu etylenu. Narysuj wzór strukturalny tych związków i zaznacz część hydrofilową oraz hydrofobową. Przedstaw dokładny sposób liczenia. Wyjaśnij, do czego wykorzystywana jest znajomość HLB związków powierzchniowo czynnych? (4 pkt.)

#### Źródła wiedzy:

- [https://www.pkobp.pl/media\\_files/b\\_5b50be8-9a64-444a-b21a-2a7666f5b795.pdf](https://www.pkobp.pl/media_files/b_5b50be8-9a64-444a-b21a-2a7666f5b795.pdf)
- <https://biotechnologia.pl/kosmetologia/formulacje-krem-do-twarzy,78>
- <https://www.kosmopedia.org/>
- Kobiela T.(red.), *Laboratorium badania surowców i form kosmetycznych*, str. 162-175, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2022
- Zieliński R., *Surfaktanty budowa właściwości zastosowania*, str. 438-444, 647-651, Wydawnictwo UEP, Poznań, 2017
- <https://ia600503.us.archive.org/5/items/gov.law.cfta.cosmetic.1977/cfta.cosmetic.1977.pdf>